

Erfahrungen aus Entwicklung und Probetrieb eines „Statistischen Konsultationssystems“

Wolfgang Dorda

Zusammenfassung

Der vorliegende Artikel berichtet über Erfahrungen aus der Entwicklung und dem Probetrieb des statistischen Konsultationssystems WAMASTEX. In diesem statistischen Beratungssystem wurden Verfahren der univariaten und bivariaten deskriptiven Statistik realisiert. Die Systemkomponenten der univariaten Statistik wurden Anfang 1989 vom Institut für Medizinische Computerwissenschaften der Universität Wien für die Anwender freigegeben, wobei diese auf einem abschließenden on-line-Fragebogen um eine Bewertung des Systems und um Kommentare gebeten wurden.

Der Artikel beschreibt die Grundzüge des Systems, berichtet über die Resultate der genannten Anwenderbefragung und diskutiert die Erfahrungen aus der Systementwicklung und dem Probetrieb.

Summary

The paper presented here informs about the experiences based on the development and the test implementation of the „Statistical Consultation System WAMASTEX“. In this system methods of the univariate and bivariate descriptive statistics have been realized. At the beginning of 1989 the department of Medical Computer Sciences allowed the system components of the univariate statistics to be used. The users were asked to judge the system and to comment on it by filling in a final questionnaire.

The paper describes the main features of the system. It informs about the results of the above mentioned questionnaire and discusses the experiences which result from the development and the test implementation of the system.

Schlüsselworte

Statistical Computing; Statistische Expertensysteme; Univariate deskriptive Statistik; Das System WAMASTEX.

1. Einleitung

Neben Forschung und Lehre in Medizinischer Informatik betreibt das Institut für Medizinische Computerwissenschaften (IMC) das Rechenzentrum der Medizinischen Fakultät der Universität Wien, in dessen Aufgabengebiet die statistische Auswertung klinischer Daten fällt. Aufbauend auf Erfahrungen mit dem System WAMASTAT (DORDA et al. 1985), welches eine Benutzeroberfläche für das Statistiksystem SAS (SAS 1985) und das Graphiksystem GDDM (IBM 1986) darstellt, wird am IMC¹⁾ seit einigen Jahren an der Entwicklung von Systemen zur *statistischen Benutzerführung* gearbeitet: Im Falle von Routineproblemen wird versucht, die statistische Beratung auf das EDV-System zu verlagern. So sollen einerseits methodische Fehler der oft statistisch unzureichend ausgebildeten Anwender vermieden werden und andererseits soll durch Entlastung von Routinetätigkeiten Zeit für anspruchsvollere Beratungstätigkeiten gewonnen werden.

Eine erste Version des statistischen Konsultationssystems WAMASTEX (*Wiener Allgemeines Medizinisches Auswert- und Statistisches Expertensystem*) konnte Anfang 1989 zur Benutzung an den Wiener Universitätskliniken freigegeben werden. Um aus diesem praktischen Einsatz möglichst viele Erfahrungen zu sammeln, wurden die Anwender am Ende der Konsultationssitzung um eine Systembewertung und um Kommentare gebeten. Nach einem kurzen Überblick über das System soll über die Erfahrungen aus Systementwicklung und Probetrieb berichtet werden.

2. Methodik: Das System WAMASTEX

2.1. Überblick über das System WAMASTEX

Zielgruppen des Systems sind primär *statistische Laien*.

In der momentanen Ausbaustufe unterstützt das System die deskriptive Analyse bereits gespeicherter Daten. Daher kann das System zur Präzisierung der statistischen Fragestellung nicht nur *Fragen an den Benutzer* stellen, sondern auch durch *Analyse des vorliegenden Datensatzes* selbständig Informationen gewinnen und Antworten des Anwenders – durch Vergleich mit den vorliegenden Daten – auf ihre Plausibilität überprüfen. Diese Analysen basieren vielfach auf heuristischen Methoden.

2.2. Die univariate deskriptive Statistik als Anwendungsgebiet

Als erstes Anwendungsgebiet wurde eine Wissensbasis über univariate deskriptive Statistiken realisiert. Einen groben Überblick über den Ablauf zeigt Abbildung 1.

A. Datenspezifikation und -validierung

Das System WAMASTEX steht den IMC-Anwendern als Subsystem des Systems WAMASTAT zur Verfügung, sodaß die Auswahl der auszuwertenden Datei (= klinischen Studie) und der Variablen noch in der den Anwendern vertrauten Umgebung erfolgt. Anschließend werden dem Benutzer erste Informationen (Anzahl der „fehlenden Werte“ etc.) ausgegeben. Ist der Datenbestand für statistische Auswertungen zu klein (weniger als 10 gültige Werte, nur eine Merkmalsausprägung), lehnt das System weitere Analysen ab.

B. Bestimmung des Skalenniveaus

Durch interne Informationen über die Speicherung der Variablen (alphanumerisch, numerisch, Datum), vor allem aber durch die Fragen an den Benutzer wird das Skalenniveau der

1) in Zusammenarbeit mit dem Institut für Statistik und Informatik der Universität Wien, teilweise auch mit dem Institut für Medizinische Dokumentation und Statistik.

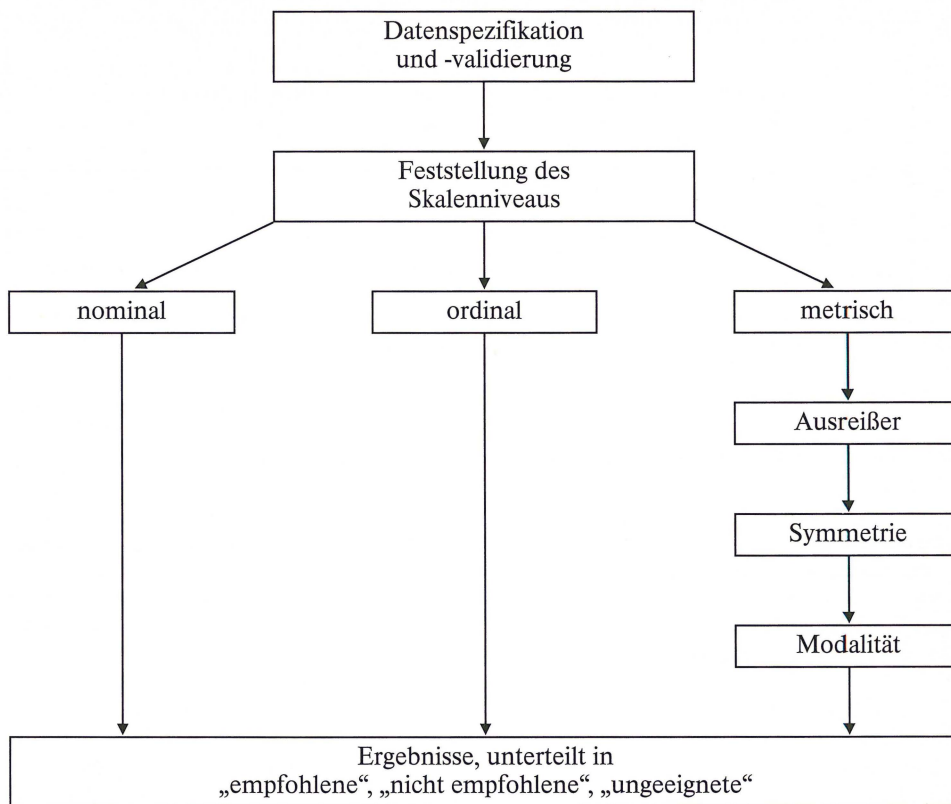


Abbildung 1: Vereinfachtes Ablaufdiagramm der univariaten deskriptiven Statistik.

gewählten Variablen festgestellt. Bei der Formulierung der Fragen werden statistische Fachausdrücke möglichst vermieden; durch Angabe von Beispielen sollen Mißverständnisse ausgeschaltet werden. Außerdem werden die Antworten intern den vorhandenen Daten kritisch gegenübergestellt: Eine Zuordnung einer Variablen als „metrisch“ bei einer Variablen mit z. B. nur zwei Ausprägungen würde beanstandet werden. Obwohl WAMA-STEX natürlich nur statt des Wertebereichs der Variablen die Anzahl der konkret vorhandenen Ausprägungen – in Relation zum Stichprobenumfang – berücksichtigen kann, scheint eine Warnung bei so extremen Beispielen sinnvoll. Als Resultat dieses Dialoges wird die Variable als „nominal“, „ordinal“, „Datum“, „metrisch“ oder „Sonderskala“ eingestuft.

C. Analyse der Verteilung

Bei metrischen Variablen wird zwecks Festlegung adäquater Stichprobenparameter die empirische Verteilung auf

1. Ausreißer (ja/nein),
2. Modalität (uni-/multimodal/gleichverteilt) und
3. Symmetrie (symmetrisch/schief)

untersucht. Dazu wurden *Heuristiken* entwickelt (vgl. Anhang), welche auf Grund der vorliegenden Daten eine Klassifizierung bezüglich dieser drei Kriterien durchführen. Die

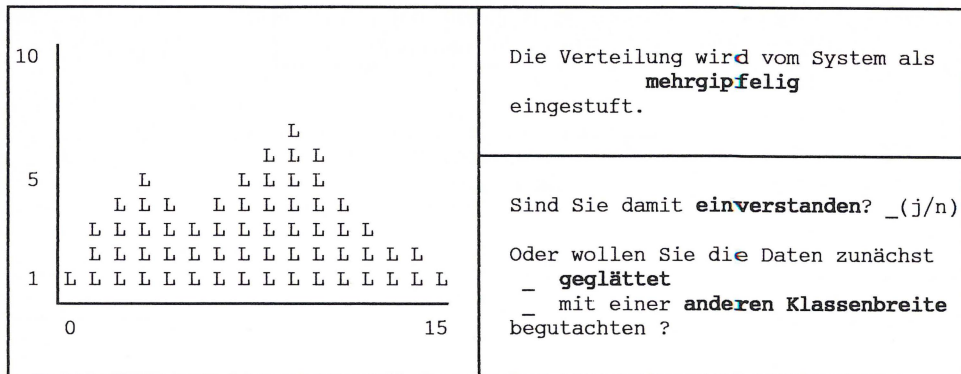


Abbildung 2: WAMASTEX – Dialogschirm zur Festlegung der Modalität.

Resultate dieser Heuristiken werden – neben einer graphischen Darstellung der Verteilung – dem Benutzer mitgeteilt und dem Benutzer eine Stellungnahme ermöglicht (vgl. Abbildung 2). Das System könnte daher als „semiautoritär“ bezeichnet werden, da vom System zwar eindeutige Empfehlungen gegeben werden, der Benutzer diese aber bis zu einem gewissen Ausmaß ignorieren kann.

D. Darstellung der Ergebnisse

Nach Ablauf des skizzierten Dialoges werden die Ergebnisse präsentiert, welche generell in 3 Teile gegliedert sind: Einer *verbalen Beschreibung* folgt eine *graphische Verteilungsdarstellung*. Der dritte Teil enthält die *Stichprobenparameter, welche nach ihrer Problemadäquatheit unterteilt sind*: Den „empfohlenen“ Stichprobenparametern folgen die „nicht empfohlenen“, „ungeeignete“ Parameter werden nicht ausgegeben.

Die Entscheidung, ob ein Stichprobenparameter als „empfohlen“, „nicht empfohlen“ oder „ungeeignet“ eingestuft wird, erfolgt auf Grund des Skalenniveaus, im Falle einer metrisch skalierten Variablen auch noch auf Grund der drei unter C. genannten Verteilungscharakteristika. Das Spektrum der Parameter reicht von relativen Häufigkeiten über Lokalisationsmaße (Mittelwert, Median, Modus, ...) und Streuungsmaße (Standardabweichung, Interquantilabstand, ...) bis zu Formmaßen (Interquantilschiefen, Momentschiefen).

Zur weiteren Unterstützung des Benutzers steht ein interaktives Info-System zur Verfügung, welches neben Erläuterungen über die berechneten Stichprobenparameter auch Empfehlungen über deren richtige Verwendung und Anwendungsbeispiele liefert. Begründungen über die Zuordnung als „empfohlener“ oder „nicht empfohlener“ Parameter, inklusive der exakten Beschreibung der angewandten Heuristiken, werden geboten.

2.3. Realisierungsaspekte

Da an den Wiener Universitätskliniken die meisten klinischen Studien mit Hilfe des Systems SAS – unter Zuhilfenahme der Benutzerführung WAMASTAT – ausgewertet werden, wurde auch das System WAMASTEX direkt im SAS realisiert; es werden SAS/Basic, SAS/AF und SAS/FSP unter dem Betriebssystem CMS (auf einer Anlage IBM 4381 Model 3) verwendet.

Das System setzt voraus, daß die statistischen Fragestellungen in Problemklassen einteilbar sind und daß jede vom System zu bearbeitende *statistische Fragestellung eindeutig einer*

Problemklasse zugeordnet werden kann; weiters wird angenommen, daß für jede Problemklasse die Adäquatheit der einzelnen statistischen Verfahren durch „*Adäquatheitsstufen*“ angegeben werden kann.

Das System umfaßt folgende Komponenten:

- Die *Zuordnung der konkreten Fragestellung zu einer Problemklasse* erfolgt auf Grund eines *Entscheidungsbaumes*. Dessen Knoten können

- * Dialogknoten oder

- * Datenknoten

sein, je nachdem ob der weitere Ablauf im Entscheidungsbaum von Benutzerantworten oder von der aktuellen Datensituation abhängt.

An den Stellen des Entscheidungsbaumes, an denen eine Zuordnung des Problems zu einer Problemklasse erfolgen soll, wird diese Problemklasse in einem

- * *Klassifizierungsknoten*

explizit angegeben (Die Endknoten des Entscheidungsbaumes sind im allgemeinen von diesem Typ). Wird vom System ein Klassifizierungsknoten durchlaufen, so wird unmittelbar darauffolgend die Resultataufbereitung aktiviert.

Der Entscheidungsbaum ist in Form einer SAS-Datei implementiert und enthält zu jedem der Knoten die Information, welcher Dialog bzw. welches Heuristik- oder Berechnungsmakro zu aktivieren ist; weiters ist zu jeder der möglichen „Antworten“ (des Benutzers bei Dialogbildschirmen, der Heuristik bei Datenknoten) gespeichert, zu welchem Knoten jeweils überzugehen ist.

- Nach der Problemklassifizierung (mittels Klassifizierungsknoten des Entscheidungsbaumes) erfolgt die *Resultataufbereitung*, welche die Zuordnung der statistischen Resultate zu den Adäquatheitsstufen unter Verwendung einer „*statistischen Wissensbasis*“ durchführt: In dieser SAS-Datei ist für jede Problemklasse gespeichert, wie problemadäquat die einzelnen statistischen Verfahren sind (also in welcher „Adäquatheitsstufe“ jedes der Verfahren fällt. Vgl. Abschnitt 2.2 D: empfohlene, nicht empfohlene und ungeeignete Stichprobenparameter).

- Eine Sammlung von *Heuristik- und Berechnungsmodulen* (SAS-Makros) sowie von *Dialogmodulen* (SAS/AF-Programme).

Die Komponenten zur Darstellung des „statistischen Wissens“ werden durch die beiden interaktiven Benutzerschnittstellen ergänzt:

- Ein „*Wissenseditor*“ ermöglicht die Bearbeitung des *Entscheidungsbaumes* und der *statistischen Wissensbasis*. Es handelt sich um ein mittels SAS/AF und SAS/FSP realisiertes Programmsystem, welches das interaktive Editieren der jeweiligen SAS-Datei ermöglicht, ergänzt um einige Unterstützungskomponenten (z. B. zur Überprüfung der Zyklusfreiheit des Entscheidungsbaumes).
- Die *Benutzerschnittstelle* dient der konkreten Datenanalyse, wobei der Entscheidungsbaum abgearbeitet wird. Es kommt dabei zur Aktivierung des Benutzerdialoges, der heuristischen bzw. statistischen Verfahren zur Datenanalyse, der Ergebnisaufbereitung und -darstellung sowie des Erläuterungssystems.

3. Resultate: Beurteilung des Systems durch die Anwender

3.1. Probetrieb und Fragebogen zur Erfassung der Anwenderkommentare

Das System WAMASTEX wurde als WAMASTAT-Funktion unter dem Namen „WAMASTEX – Statistisches Expertensystem“ den Benutzern zugänglich gemacht. Während üblicherweise auf neue WAMASTAT-Funktionen bei Systemstart hingewiesen wird, wurde diesmal keinerlei Werbung oder Einschulung betrieben, da zunächst nur erste Erfahrungen gesammelt werden sollten. Die Funktion war unter den anderen WAMASTAT-Funktionen

auf der 3. (= letzten) Bildschirmseite auch etwas versteckt plazierte. Dadurch wurde die Funktion vermutlich eher von den „interessierteren“ unserer Anwender verwendet.

Nach Abschluß der WAMASTEX-Konsultation wurde der Anwender gefragt, ob er einen *Fragebogen* in der Länge von 4 Bildschirmseiten auszufüllen bereit sei. Die Fragen des im folgenden wiedergegebenen Fragebogen konnten mit den Noten 1 (sehr gut), 2 (gut), 3 (befriedigend), 4 (schlecht) oder 5 (sehr schlecht) beantwortet werden; die Kommentare konnten im freien Text (in die hier gekürzt wiedergegebenen Eingabefelder) eingegeben werden.

*** DIALOGTEIL ***

Waren die **Fragen verständlich**? _____ (1 - 5)

Welche nicht: _____

War es immer leicht, eine **eindeutige Antwort** zu geben? _____ (1 - 5)

Wo nicht: _____

War der **Gesamt-Ablauf** des Dialoges verständlich? _____ (1 - 5)

Verbesserungsvorschläge: _____

*** ENDERGEBNISSE ***

Waren Ihrer Meinung nach alle Ergebnisse **inhaltlich vernünftig und korrekt**? _____ (j/n)

Ist das Endergebnis „**verständlich**“? _____ (1 - 5)

Wie beurteilen Sie die Qualität der drei einzelnen Teile des Endergebnisses:

- **textliche Beschreibung der Daten**? _____ (1 - 5)

- **graphische Darstellung der Verteilung**? _____ (1 - 5)

- **statistische Maßzahlen** (unterteilt in Empfohlene/Nicht Empfohlene) _____ (1 - 5)

Verbesserungsvorschläge: _____

*** BENUTZERFREUNDLICHKEIT, HANDLING ***

Wie leicht ist das System zu benutzen? _____ (1 - 5)

Wo liegen die **Schwierigkeiten**: _____

Verbesserungsvorschläge: _____

*** GESAMTBEURTEILUNG ***

Ihre **Gesamtbeurteilung**? _____ (1 - 5)

Kommentare: _____

3.2. Resultate der Fragebogenauswertung

61 verschiedene Benutzer absolvierten 103 komplette WAMASTEX-Konsultationen, wobei 32 mal der Fragebogen von verschiedenen Anwendern ausgefüllt wurde. Die Anwender des Systems waren fast ausnahmslos Mediziner.

*** DIALOGTEIL ***						
Frage	Häufigkeit der Noten					nicht beantw.
	1	2	3	4	5	
Waren die Fragen verständlich? Welche nicht: „Fragen nach Ausreißern“	17	10	3	0	0	2
War es immer leicht, eine eindeutige Antwort zu geben? Wo nicht: „Siehe oben“ „bei den Ausreißern“ (2 mal)	16	11	2	0	0	3
War Gesamt-Ablauf des Dialoges verständlich?	15	10	4	0	0	3
Verbesserungsvorschläge: „etwas zu »deppensicher«“ „Erklärung über Konsequenzen der Handlungen“						

*** ENDERGEBNISSE ***						
Frage	Häufigkeit der Noten					nicht beantw.
	1	2	3	4	5	
Waren Ihrer Meinung nach alle Ergeb. inhaltl. vernünftig u. korrekt?	ja: 27		nein: 2			3
Ist das Endergebnis „ verständlich? “	16	6	4	2	0	4
Wie beurteilen Sie die Qualität der 3 einzelnen Teile des Endergeb.:						
- textliche Beschreibung der Daten?	14	9	4	1	0	4
- graph. Darstellung der Verteilung?	9	6	6	7	0	4
- statistische Maßzahlen (unterteilt in „Empfohlene/Nicht Empfohlene“)	11	9	2	2	0	8
Verbesserungsvorschläge: „Ausgezeichnete Idee: Einteilung in Empf./Nicht Empfohlene“ (2 mal) „Textliche Beschreibung der Daten etwas redundant“ „Die Graphik sollte interaktiv sein“ „Das ganze Programm auch für mich »Anfängerin« gut zu bearbeiten“ „Umfangreicheres Programm, am besten auswärts kaufen“ „Auf Grund mangelnder Kenntnisse kann ich hierzu leider nicht Stellung nehmen“						

*** BENUTZERFREUNDLICHKEIT, HANDLING ***						
Frage	Häufigkeit der Noten					nicht beantw.
	1	2	3	4	5	
Wie leicht ist das System zu ben.?	14	14	2	0	0	2
Wo liegen die Schwierigkeiten: „uneinheitliche Programmfunktionstastenzuordnung“						
Verbesserungsvorschläge: „Einführungsskriptum mit komplettem Beispiel“ (2 mal) „System sollte mehr einem statistischen Nachschlagewerk entsprechen“						

*** GESAMTBEURTEILUNG ***						
Frage	Häufigkeit der Noten					nicht beantw.
	1	2	3	4	5	
Ihre Gesamtbeurteilung?	8	13	5	0	1	5
Kommentare: „gute Idee“ (2 mal) „endlich eine Initiative, die Zukunft hat“ „sehr hilfreich“ „expert- und non-expert-mode nötig“ „Vielen Dank“ „Ergebnisse für mich nur wenig brauchbar, Statistiken mit mehreren Variablen notwendig“ „statistisches Nachschlagewerk wäre günstiger“ „gute Gliederung mit sehr übersichtlichem Menü“						

Neben den „objektiven“ Angaben auf dem Fragebogen wurden von manchem Benutzer gesprächsweise Kommentare abgegeben, welche bis auf Hinweise auf die Enge des vorerst realisierten Fachgebietes alle äußerst positiv waren.

4. Diskussion

4.1. Erfahrungen aus der Systementwicklung

Noch vor wenigen Jahren standen Überlegungen über benutzerfreundliche Schnittstellen im Vordergrund der „Statistischen Datenverarbeitung“; als deren Konsequenz wurde die Benutzung zahlreicher Statistiksysteme durch Auswahlmenüs wesentlich vereinfacht (vgl. SAS/ASSIST, WAMASTAT, PC-Statistiksysteme u. v. a.) Während so dem Anwender der Großteil der EDV-spezifischen Probleme abgenommen werden konnte, ist die statistische Benutzerführung wesentlich schwieriger zu erzielen.

Zur *anwendungsorientierten Gliederung der einzelnen statistischen Verfahren* werden in Statistiklehrbüchern manchmal Darstellungen in Form von Entscheidungsbäumen gewählt; deren Knoten enthalten Texte wie

„Wieviele Variablen sollen untersucht werden: 1, 2 oder mehr?“ oder

„Ist die Variable nominal-, ordinal- oder intervall-skaliert?“ (ANDREWS 1981; SACHS 1978). Es ist naheliegend, solche Entscheidungsbäume am Bildschirm graphisch abzubilden, wobei der Benutzer dann den jeweils für ihn adäquaten Ast auswählt. Diese dadurch etwas komfortableren Auswahlmenüs sind zum Beispiel in der „route map“ von AS/PC (IBM 1988) für einige der gängigsten statistischen Verfahren realisiert und werden von statistischen Laien sicherlich als angenehm empfunden.

Wesentlich größere Probleme ergeben sich aber aus dem weitgehenden *Mangel an ausformulierten Auswertstrategien*: Statistische Beratung, welche ja mittels der statistischen Konsultationssysteme simuliert werden soll, erfordert Wissen über die *Reihenfolge und die Zusammenhänge der Analyseschritte*²⁾. Beim Versuch, dieses Wissen an konkreten Beispielen exakt festzuschreiben, zeigt sich, wie wenig darüber in der Fachliteratur zu finden ist und wie heuristisch in der – der Mathematik und der „objektiven“ Wissenschaft verpflichteten – Statistik üblicherweise vorgegangen wird.

Als aus der Entwicklung des Systems WAMASTEX gewonnenen Erfahrungen seien daher genannt:

- Da bei der Durchführung und Interpretation statistischer Analysen oft auf Resultate vorhergegangener Auswertungsschritte zurückgegriffen werden muß, ist die Reihenfolge der Analysen von wesentlicher Bedeutung. Diese Feststellung mag auch auf andere Fachgebiete zutreffen, wie z. B. für ein Expertensystem zur Unterstützung der medizinischen Diagnostik das Wissen über eine zweckmäßige Reihenfolge der medizinischen Untersuchungen notwendig sein kann. Bei statistischen Konsultationssystemen finden die Analysen aber zumeist nicht außerhalb des Konsultationssystems statt (wie bei der medizinischen Untersuchung durch den Arzt), sondern werden vom System selbst durchgeführt. Daher muß das System alle – in der Statistik sehr zahlreichen – Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Analysen in Form von Zwischenresultaten und Arbeits-Datenbeständen selbst verwalten!

Um die Verwaltung der Zwischenresultate zu vereinfachen, wurde in WAMASTEX ein fixer Analyseablauf festgelegt; dies ist bei dem vorgestellten Anwendungsgebiet durchaus vertretbar und wurde auf einfache Art mittels des in 2.3 genannten Entscheidungsbaumes als Mittel der Ablaufsteuerung realisiert. Für komplexere Anwendungsgebiete sind aufwendigere Methoden notwendig (FRÖSCHL 1989 a).

- In der angewandten Statistik ist die Zuordnung eines Anwendungsproblems zu einer Problemklasse oft mit Unsicherheit behaftet und erfolgt nicht selten auf Grund eines heuristischen Vorgehens.

Für die Entwicklung der entsprechenden *Heuristiken* muß mit einigem Aufwand gerechnet werden. Besonders schwierig sind zuverlässige Algorithmen, welche die Interpretation graphischer Darstellungen durch den Statistiker modellieren sollen (z. B. zur Feststellung der Multimodalität).

Im System WAMASTEX wird im Fall unsicherer Zuordnungen der Dialog mit dem Benutzer aufgenommen: Wenn das System z. B. die Modalität der Verteilung nicht eindeutig beurteilen kann, wird dem Benutzer die endgültige Zuordnung überlassen (vgl. Abb. 2). Bei diesem Vorgehen besteht aber die Gefahr der Überforderung des Benutzers.

Eine weitere Möglichkeit ist die Schaffung zusätzlicher Problemklassen, welche der „Unentscheidbarkeit“ entsprechen („Modalität unentscheidbar“). Sind aber feiner Abstufungen notwendig (z. B. „sicher unimodal“/„vermutlich unimodal“/...), so ist dieses Vorgehen nur schlecht praktikabel. Daher scheint für komplexere Anwendungsgebiete der Einsatz von Inferenzmechanismen notwendig, welche die Unsicherheit der einzelnen Entscheidungen berücksichtigen können.

2) Vgl. u. a. auch PFEIFFER, 1988: „Statistische Beratung erfordert Kenntnis über Abfolge und Zusammenhänge einzelner Schritte einer Analyse“.

- Für die einzelnen Problemklassen ist zu definieren, *welche statistischen Verfahren problemadäquat sind*. Auch diese Angaben können mit *Unsicherheit* behaftet sein.
Im vorgestellten System kann die Problemadäquatheit der Verfahren daher durch Adäquatheitsstufen angegeben werden. Dies hat sich sehr gut bewährt; insbesondere sei auf die dadurch gebotene Möglichkeiten der Resultataufbereitung für Problemklassen, welche „unsicheren Entscheidungen“ entsprechen, hingewiesen: Dadurch können z. B. im Fall einer „unentscheidbaren Modalität“ die entsprechenden Verfahren als nur „bedingt adäquat“ eingestuft werden.
- Statistische Konsultationssysteme benötigen neben Komponenten zur Wissensrepräsentation und -verarbeitung auch sehr *mächtige numerische Komponenten*; Programmiersysteme, welche beide Komponenten beinhalten, sind derzeit erst rudimentär vorhanden. Da ein wesentliches Ziel des Projektes die praktische Erprobung unter Routinebedingungen war und der Großteil der IMC-Nutzer klinische Studien mittels SAS auswertet, wurde WAMASTEX mittels SAS realisiert; so ist auch eine gute Portabilität gewährleistet.
Nachteilig war, daß dadurch zunächst keinerlei Komponenten zur Wissensrepräsentation und -verarbeitung zur Verfügung standen. Auch die unkomfortable Entwicklungsumgebung bei der Implementierung der Heuristiken in Form von SAS-Makros mußte dafür in Kauf genommen werden.
- Der exakten, *unmißverständlichen Formulierung des Bildschirmdialoges* ist größte Aufmerksamkeit zu widmen, wobei der dafür benötigte Arbeitsaufwand nicht zu unterschätzen ist. Die „Gefahr der Suggestion falscher Sicherheit“ (vgl. DORDA 1989) ist dabei entsprechend zu beachten!
- Statistische Beratungstätigkeit umfaßt ein sehr weites Spektrum. Gegenwärtig scheint die praktische Realisierung eines statistischen Konsultationssystems nur bei Beschränkung auf ein sehr kleines Anwendungsgebiet erfolgreich zu sein.
In WAMASTEX wurde daher der Schwerpunkt auf die deskriptive Datenanalyse gelegt und neben der hier präsentierten univariaten die bivariate deskriptive Statistik realisiert. Bei der Erweiterung auf konfirmatorische Datenanalysen treten weitere gravierende Probleme auf, welche hier nur kurz angedeutet werden können: So sollte das System dann sinnvollerweise Komponenten der Versuchsplanung, der Randomisierung, der Festlegung des Stichprobenumfanges, der Versuchsdurchführung, der statistischen Auswertung u. v. a. umfassen. Probleme des multiplen Testen müßten ausreichend berücksichtigt werden. Weiteres wäre eine Einbeziehung substanzwissenschaftlichen Wissens zu überlegen (vgl. zu diesen Themen z. B. JÖCKEL, 1986).

4.2. Erfahrungen aus dem Probetrieb

Während des Probetriebs traten keinerlei Probleme auf: Kein einziger Anruf mit der Bitte um Hilfe bei der Systembenutzung oder bei der Interpretation der Ergebnisse – was sonst durchaus häufig vorkommt – wurde registriert.

Auch die Resultate der Anwenderbefragung (Abschnitt 3.2) sind für ein System mit vorläufig noch sehr eingeschränktem Methodenspektrum und Prototypcharakter überraschend positiv: Es zeigt, wie groß der Bedarf statistischer Konsultationssysteme in der Praxis ist. Die wenigen kritischen Bewertungen bemängeln mit Recht einerseits die graphische Darstellung der empirischen Verteilung (einstweilen nur für nichtgraphische Terminals realisiert), und andererseits das eingeschränkte Methodenspektrum: In einem Fall führte das sogar zur Gesamtbeurteilung „sehr schlecht“. Der von diesem Anwender gegebene Verbesserungsvorschlag „Umfangreicherer Program, am besten auswärts kaufen“ ist zwar verständlich, aber statistische Expertensysteme stehen generell erst am Beginn des praktischen Einsatzes und decken gegenwärtig nur andere, ebenfalls eingeschränkte Methodenbereiche ab. Einzig die Systeme CADEMO (RASCH 1987) und SELINA (BAINES et al. 1988) zur sta-

tistischen Versuchsplanung und das System GLIMPSE (NAG 1989), welches die Zuordnung eines zu den Daten passenden generalisierten linearen Modells unterstützt, könnten derzeit in Frage kommen.

Selbstverständlich kann eine Bewertung des Systems durch Laien-Anwender nicht als Qualitätsmaßstab eines Expertensystems genommen werden (vgl. den Kommentar eines Anwenders bei der Bewertung der Endergebnisse“ ... kann ich hierzu leider nicht Stellung nehmen“). Eine umfangreiche Diskussion über die Qualität eines statistischen Konsultationssystems kann nur mit Statistikern geführt werden, weshalb das System z. B. auf der Tagung „Statistical Computing“ (Reisensburg 1987) und auf dem Workshop „Statistische Expertensysteme“ (Wien 1987) vorgestellt und diskutiert wurde. Das System wurde informell auch einigen Biometrikern vorgeführt, welche sich ebenfalls fast ausnahmslos positiv äußerten. Als problematisch wurde einzig die Frage an den Benutzer nach den „Ausreißergrenzen“ bezeichnet, was offensichtlich von manchen Anwendern ebenso eingestuft wurde (vgl. Abschnitt 3).

Als Konsequenz aus diesen positiven Erfahrungen und Anregungen wurde eine neue Programmversion erarbeitet, welche vor allem in technischen Belangen Verbesserungen enthält: Durch Anhebung der Qualität der graphischen Darstellungen, der Verbesserung der Performance und der Speicherung anwendungsspezifischer Informationen über Sitzungsunterbrechungen hinaus, hat das System den bisherigen Prototypcharakter verloren. Bei dieser Version, welche seit Ende des Jahres 1989 zur Verfügung steht, kann der Benutzer Einblick in die Wissensbasis nehmen und mittels graphischer Darstellung des Entscheidungsbaumes die momentane Position im Gesamtablauf abfragen.

4.3. Abschließende Bemerkungen

Die positive Resonanz legt nahe, auf eine gute *Akzeptanz statistischer Konsultationssysteme* zu schließen. Dies ist nicht selbstverständlich: So haben Expertensysteme in der Medizin zwar eines ihrer klassischen Anwendungsgebiete, sind dort aber teilweise noch immer mit Akzeptanzproblemen konfrontiert³⁾. Der Unterschied könnte in der Zielgruppe liegen: Medizinische Expertensysteme haben als Zielgruppe ausgebildete Mediziner (denen das Expertenwissen eines speziellen Fachgebietes zur Verfügung gestellt wird), während das vorgestellte System von (unkritischen?) statistischen „Laien“ benutzt wird.

Die Entwicklung statistischer Konsultationssysteme für statistische Laien ist nicht unproblematisch, weil dadurch das *Problem der Verantwortlichkeit* verstärkt auftritt: Bei Expertensystemen, welche (wie in der Medizin) einen Experten unterstützen, bleibt zumindest formal die Letztverantwortlichkeit bei diesem Anwender. Bei einem System mit „Laien“ als Zielgruppe ist dies nicht mehr der Fall (FRÖSCHL 1989 b). Da weiters statistische Expertensysteme erst kleine Teilgebiete abdecken (vgl. HAUX 1989, Seite 18) und Heuristiken, welche nicht nur in simplen Fällen, sondern auch bei komplexen Fragestellungen und abnormen Datensituationen zu sinnvollen Entscheidungen kommen, nicht leicht zu entwickeln sind, muß vom System deutlich auf sein Grenzen hingewiesen werden!

Die Verwendung konventioneller Statistiksoftware durch Laien ist aber ein unleugbares Faktum und führt tagtäglich zu statistisch zweifelhaften Datenauswertungen und falschen Aussagen. Um diese Situation zu verbessern scheint die Entwicklung statistischer Konsultationssysteme trotz der genannten Probleme sinnvoll und notwendig. Die Akzeptanz solcher Systeme dürfte – vgl. die vorgelegten Resultate – gegeben sein.

3) z. B.: „Probleme ergeben sich in der Akzeptanz: so haben sich Diagnosesysteme – nicht als Arztersatz, sondern als Hilfsmittel – nicht durchgesetzt“ (H. Weiss, Direktor des Philips-Forschungslabors Hamburg, Vortrag auf dem Klagenfurter Technologieforum, September 1989)

6. Danksagung

Der Autor möchte Herrn Prof. Dr. Georg Grabner für die großzügige Unterstützung der Arbeitsgruppe „Statistical Computing“ des Instituts für Medizinische Computerwissenschaften herzlich danken. Weiters sei von der Abteilung STAMCOM des Instituts für Statistik und Informatik Herrn Prof. Dr. Wilfried Grossmann für die zahlreichen interessanten Diskussionen und Herrn Mag. Karl Fröschl für die so freundschaftliche und unkomplizierte Zusammenarbeit gedankt: deren fachliche Kompetenz, welche sie in selbstloser Weise immer bereitwillig zur Verfügung stellten, hat dieses Projekt wesentlich geprägt. Neben den Kollegen aus dem eigenen Institut (insbesondere Herrn Thomas Vanorek für viele konkrete Realisierungsarbeiten) sei auch den Biostatistikern an den Wiener Universitätskliniken und Mitarbeitern des Instituts für Medizinische Dokumentation und Statistik für Anregungen gedankt.

7. Anhang

Die WAMASTEX implementierten Heuristiken wurden in DORDA et al., 1988 dargestellt. Hier sollen daher nur kurz die wichtigsten Kriterien genannt werden. Im Fall metrisch skalierten Variablen wird die empirische Verteilung auf Ausreißer, Symmetrie und Modalität untersucht:

7.1. Ausreißer

Vom System werden alle Stichprobenelemente außerhalb des Intervalls

$$[Q1 - 3 \cdot (\text{Median} - Q1); Q3 + 3 \cdot (Q3 - \text{Median})]$$

als Ausreißer vorgeschlagen; der Benutzer kann die Intervallgrenzen interaktiv modifizieren.

Den folgenden Schritten liegen die „ausreißerbereinigten“ Daten zugrunde.

7.2. Symmetrie

Die Symmetrie der Verteilung wird mit Hilfe von

$$\text{Sym} = \left| \frac{Q3 + Q1 - 2 \cdot \text{Median}}{Q3 - Q1} \right|$$

beurteilt. Auch hier wird der Benutzer um eine Stellungnahme gebeten, wobei er die Systementscheidung nur in eingeschränktem Maße abändern kann.

7.3. Modalität

Zur Bestimmung der Modalität werden zunächst die Besetzungszahlen für ein Balkendiagramm intern berechnet. Dazu wird die „vorläufige Klassenzahl“ C' aus dem Stichprobenumfang N folgendermaßen bestimmt:

$$C' = \sqrt{n}, \text{ wenn } N < 1000$$

$$C' = 10 \log(N), \text{ wenn } N \geq 1000$$

Die Klassenbildung erfolgt äquidistant; als „vorläufige Klassenbreite“ wird

$$B' = \frac{\text{Spannweite}}{C'}$$

angenommen. Dabei könnte es aber zu inhaltlich völlig inadäquaten Klassenbildungen kommen, falls die Klassenbreite nicht ein ganzzahliges Vielfaches der Meßgenauigkeit der zu analysierenden Daten darstellt (Als Beispiel sei etwa eine Klassenbreite von 1,2 bei nur ganzzahlig erhobenen Daten genannt: Eine Klasse von z. B. 10,9 bis 12,1 würde zwei, eine Klasse von 12,1 bis 13,3 aber nur eine der möglichen Ausprägungen enthalten: Dies könnte zu einer falschen Beurteilung der Modalität führen). Falls daher die „vorläufige Klassenbreite“ kein ganzzahliges Vielfaches der Meßgenauigkeit ist, wird sie auf das nächstgrößere Vielfache der Meßgenauigkeit adaptiert. Die Meßgenauigkeit wird vom Benutzer erfragten, aber von WAMASTEX kritisch an Hand der vorliegenden Daten überprüft.

Die Bestimmung der Modalität erfolgt mit dieser Klassenbildung anhand der „ausreißerbereinigten“ Daten in folgenden Schritten:

1. Auffinden aller relativen Modalklassen und „relativen Minima“.
2. Elimination jener Modalklassen, deren relative Häufigkeit weniger als 50 % der relativen Häufigkeit der absoluten Modalklasse beträgt.
3. Elimination jener „relativen Minima“, deren Besetzungszahl größer ist als 70 % der Besetzungszahl der kleineren der beiden benachbarten relativen Modalklassen.
4. Die Verteilung wird eingestuft als
 - multimodal, wenn wenigstens zwei durch ein „relatives Minimum“ getrennte Modal-klasse verblieben sind und deren Abstand mindestens zwei Drittel des Interquartilabstands beträgt.
 - gleichverteilt, wenn kein relatives Minimum verblieben ist.
 - Sonst unimodal.

Die vom System gefundene Einstufung wird wieder gemeinsam mit einer Graphik ausgegeben und der Benutzer um eine Stellungnahme gebeten (vgl. Abb. 2). Der Benutzer hat dabei die Möglichkeit, eine Neubearbeitung durch Modifikation der Klassenbreite und/oder durch Anwendung eines Glättungsverfahrens (average shifted histograms nach SCOTT, 1985) zu veranlassen.

8. Literatur

- ANDREWS F., 1981: A Guide for Selecting Statistical Techniques for Analyzing Social Science Data, University of Michigan Press, 1 – 67.
- BAINES A., CLITHERO D., ZEMBROCH P., 1988: SELINA – A conversational package for the statistical design and analysis of experiments. Compstat 88, Software catalogue, Kopenhagen, 13 – 14.
- DORDA W., SCHNEIDER B., FRÖSCHL K., GROSSMANN W., 1988: WAMASTEX – Ein statistisches Expertensystemmodell am Beispiel deskriptiver Statistik, Österreichische Zeitschrift für Statistik und Informatik 18, 172 – 180.
- DORDA W., 1989: Kommentar zu Statistische Expertensysteme, Biometrie und Informatik in Medizin und Biologie 20, 29 – 31.
- FRÖSCHL K., 1989 a: Mechanisierte Statistik, Dissertation am Institut für Statistik und Informatik, Universität Wien.
- FRÖSCHL K., 1989 b: Kommentar zu Statistische Expertensysteme, Biometrie und Informatik in Medizin und Biologie 20, 33 – 37.
- HAUX R., 1989: Statistische Expertensysteme, Biometrie und Informatik in Medizin und Biologie 20, 1 – 29.
- IBM Corporation, 1986: GDDM, PFG Interactive Chart Utility. IBM Corporation, Mechanicsburg, PA 17055, USA.

- IBM Corporation, 1988: IBM Personal Application System, IBM United Kingdom, Portsmouth, England.
- JÖCKEL K.-H., 1986: Statistical expert systemes and the statistical consultant – considerations about the planning stage of clinical studies. In HAUX R.: Expert Systems in Statistics. Gustav Fischer-Verlag, Stuttgart, New York, 27 – 43.
- NAG, 1989: GLIMPSE – The First Knowledge-based Statistical Package, NAG Newsletter 1, 34.
- PFEIFFER K., 1988: Entscheidungshilfen für die Modellauswahl am Beispiel der Diskriminanzanalyse, Österreichische Zeitschrift für Statistik und Informatik 18, 146 – 161.
- RASCH D., GUIARD V. NÜRNBERG G. RUDOLPH E. TEUSCHER F., 1987: The Expert System CADEMO. Stat. Software Newsl 13, 107 – 114.
- SACHS L., 1978: Angewandte Statistik, Springer-Verlag, Berlin Seite 553.
- SAS Institute Inc., 1985: SAS User's Guide: Basics, Version 5 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- SCOTT D. W., 1985: Averaged shifted histograms: effective nonparametric density estimators in several dimensions. The Annals of Statistics 13, 1024 – 1040.

Adresse des Autors: Dr. Wolfgang Dorda, Institut für Medizinische Computerwissenschaften, Garnisongasse 13, 8. Hof, A-1090 Wien, Österreich

Extended Tables of Exact Critical Values and Upper Tail Probabilities for Page's L -Statistic

Stefan Wellek

Summary

The L -statistic was proposed by PAGE (1963) for testing the hypothesis of exchangeability of k jointly continuous random variables, against the alternative of an upward trend. The data is assumed to be given in the form of n independent blocks of size k . In this paper, we extend ODEH's (1977) tables of exact critical values and upper tail probabilities of L under H_0 to $2 \leq n \leq 75$ for $k = 3(1)12$. All probabilities displayed are given to 6 decimal places.

Zusammenfassung

Die L -Statistik wurde von PAGE (1963) vorgeschlagen als Prüfgröße eines nichtparametrischen Tests auf Vertauschbarkeit der Komponenten von k -dimensionalen stetigen Zufallsvariablen, gegen die Alternativhypothese eines monotonen Trends. Die angenommene Datenstruktur ist dabei diejenige des vollständigen randomisierten Blockplans mit n unabhängigen Blöcken zu je k Beobachtungen. In dieser Arbeit werden Tabellen mit exakten Überschreitungswahrscheinlichkeiten für ausgewählte Werte von L vorgelegt, die hinsichtlich des abgedeckten Bereichs der Werte von (k, n) erheblich über die bekannte Vertafelung von Odeh (1977) hinausgehen. Um die Tabellen selbständig benutzbar zu machen, beginnt unsere Vertafelung für jedes k von vorne, d. h. mit $n=2$. Die Blocklänge k durchläuft die Menge $\{k' \in \mathbb{N} \mid 3 \leq k' \leq 12\}$. Für jedes solche k reicht die zugehörige Tabelle bis $n = 75$. Die exakten p -Werte werden durchgehend auf 6 Dezimalstellen genau angegeben.

1. Introduction

Let (X_{i1}, \dots, X_{ik}) denote the vector of observations from the i th of n independent blocks. The corresponding joint distribution functions $F_i: \mathbb{R}^k \rightarrow [0,1]$ ($i = 1, \dots, n$) are assumed continuous which implies that for each $(i, j) \in \{1, \dots, n\} \times \{1, \dots, k\}$ the within-block rank R_{ij} of X_{ij} is a uniquely defined positive integer $\leq k$. The L -statistic proposed by PAGE (1963) for testing the hypothesis of exchangeability of the components of each block against upward trend, is defined by

$$L := \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k jR_{ij}. \quad (1)$$

Table [k= 3]

n	$\alpha = .001$		$\alpha = .005$		$\alpha = .01$		$\alpha = .025$		$\alpha = .05$		$\alpha = .1$		$\alpha = .2$	
	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)
2	29	.000000	29	.000000	29	.000000	29	.000000	28	.027778	28	.027778	27	.138889
3	43	.000000	42	.004630	42	.004630	42	.004630	41	.032407	40	.087963	39	.152778
4	56	.000772	56	.000772	55	.006944	55	.006944	54	.025463	53	.056327	52	.108796
5	70	.000129	69	.001415	68	.006559	67	.018133	66	.039352	65	.079475	64	.141204
6	83	.000279	82	.001565	81	.005251	80	.013096	79	.028785	77	.099601	76	.159594
7	96	.000354	94	.004029	93	.009731	92	.021133	91	.040895	90	.071577	88	.179452
8	109	.000353	107	.003092	106	.007293	105	.015437	104	.029476	102	.086175	100	.194243
9	121	.000929	120	.002377	119	.005449	117	.021452	116	.038084	114	.099023	113	.147163
10	134	.000737	132	.004058	131	.008283	130	.015710	128	.046639	127	.073805	125	.159791
11	147	.000579	145	.003023	144	.006109	142	.020516	141	.034464	139	.083899	137	.171180
12	160	.000451	157	.004518	156	.008506	155	.015123	153	.041099	151	.093391	149	.181534
13	172	.000795	170	.003349	169	.006283	167	.018949	165	.047681	164	.071191	161	.190984
14	185	.000602	182	.004651	181	.008281	179	.022954	178	.035938	176	.078843	173	.199658
15	197	.000943	195	.003451	194	.006147	192	.017177	190	.041202	188	.086202	186	.159381
16	210	.000706	207	.004570	206	.007817	204	.020416	202	.046449	200	.093271	198	.167135
17	223	.000529	220	.003403	218	.009641	216	.023766	215	.035567	213	.072884	210	.174398
18	235	.000768	232	.004359	231	.007231	229	.018036	227	.039851	225	.078793	222	.181221
19	248	.000574	245	.003261	243	.008750	241	.020782	239	.044134	237	.084528	234	.187644
20	260	.000794	257	.004076	256	.006600	253	.023606	251	.048397	249	.090090	246	.193702
21	273	.000594	269	.004979	268	.007868	266	.018132	264	.037779	261	.095480	258	.199428
22	285	.000793	282	.003757	280	.009226	278	.020473	276	.041339	274	.076422	271	.164764
23	298	.000594	294	.004522	293	.007030	290	.022873	288	.044894	286	.081071	283	.170109
24	310	.000773	307	.003428	305	.008168	303	.017749	300	.048435	298	.085610	295	.175216
25	322	.000982	319	.004077	317	.009373	315	.019757	313	.038380	310	.090039	307	.180100
26	335	.000740	331	.004782	330	.007209	327	.021813	325	.041384	322	.094360	319	.184777
27	347	.000923	344	.003656	342	.008222	339	.023910	337	.044386	334	.098573	331	.189261
28	360	.000698	356	.004253	354	.009289	352	.018807	349	.047379	347	.080628	343	.193563
29	372	.000858	368	.004895	367	.007203	364	.020580	362	.037993	359	.084353	355	.197696
30	385	.000651	381	.003771	379	.008105	376	.022387	374	.040563	371	.088006	368	.167346
31	397	.000791	393	.004316	391	.009049	388	.024224	386	.043133	383	.091586	380	.171291
32	409	.000949	405	.004897	404	.007067	401	.019269	398	.045698	395	.095094	392	.175105
33	422	.000724	418	.003799	416	.007868	413	.020836	410	.048255	407	.098531	404	.178793
34	434	.000861	430	.004293	428	.008704	425	.022430	423	.039224	420	.081858	416	.182363
35	447	.000659	442	.004817	440	.009574	437	.024047	435	.041448	432	.084945	428	.185820
36	459	.000777	455	.003762	453	.007554	450	.019309	447	.043671	444	.087982	440	.189170
37	471	.000909	467	.004208	465	.008295	462	.020699	459	.045891	456	.090968	452	.192418
38	484	.000699	479	.004680	477	.009064	474	.022111	471	.048104	468	.093904	464	.195569

Table [k= 3] (cont.)

n	$\alpha = .001$		$\alpha = .005$		$\alpha = .01$		$\alpha = .025$		$\alpha = .05$		$\alpha = .1$		$\alpha = .2$	
	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)
39	496	.000813	492	.003675	489	.009860	486	.023541	484	.039527	480	.096791	476	.198627
40	508	.000938	504	.004078	502	.007849	498	.024987	496	.041471	492	.099630	489	.171646
41	521	.000726	516	.004502	514	.008530	511	.020291	508	.043414	505	.083985	501	.174614
42	533	.000833	528	.004946	526	.009235	523	.021545	520	.045355	517	.086569	513	.177507
43	545	.000951	541	.003917	538	.009961	535	.022816	532	.047291	529	.089117	525	.180326
44	558	.000739	553	.004298	551	.007990	547	.024100	544	.049222	541	.091630	537	.183076
45	570	.000840	565	.004696	563	.008615	560	.019698	557	.040919	553	.094107	549	.185758
46	582	.000950	578	.003736	575	.009259	572	.020818	569	.042632	565	.096548	561	.188375
47	595	.000742	590	.004078	587	.009921	584	.021951	581	.044344	577	.098955	573	.190929
48	607	.000837	602	.004435	600	.008012	596	.023097	593	.046053	590	.084344	585	.193424
49	619	.000938	614	.004808	612	.008584	608	.024254	605	.047759	602	.086555	597	.195861
50	632	.000736	627	.003850	624	.009172	621	.019987	617	.049461	614	.088740	609	.198242
51	644	.000824	639	.004171	636	.009775	633	.021002	630	.041506	626	.090900	622	.173976
52	656	.000918	651	.004504	649	.007941	645	.022028	642	.043027	638	.093033	634	.176310
53	669	.000723	663	.004851	661	.008464	657	.023063	654	.044547	650	.095140	646	.178595
54	681	.000805	676	.003908	673	.009000	669	.024109	666	.046065	662	.097222	658	.180835
55	693	.000891	688	.004207	685	.009550	682	.020008	678	.047581	674	.099278	670	.183031
56	705	.000984	700	.004518	698	.007799	694	.020929	690	.049093	687	.085516	682	.185183
57	718	.000780	712	.004839	710	.008278	706	.021860	703	.041519	699	.087421	694	.187293
58	730	.000860	725	.003920	722	.008768	718	.022799	715	.042880	711	.089307	706	.189363
59	742	.000944	737	.004198	734	.009269	730	.023746	727	.044239	723	.091173	718	.191394
60	755	.000751	749	.004486	746	.009781	742	.024700	739	.045597	735	.093020	730	.193386
61	767	.000824	761	.004783	759	.008043	755	.020665	751	.046953	747	.094847	742	.195341
62	779	.000902	774	.003894	771	.008491	767	.021512	763	.048307	759	.096655	754	.197260
63	791	.000984	786	.004152	783	.008948	779	.022365	775	.049657	771	.098444	766	.199145
64	804	.000787	798	.004419	795	.009415	791	.023225	788	.042346	784	.085508	779	.177111
65	816	.000858	810	.004694	807	.009891	803	.024092	800	.043570	796	.087175	791	.178972
66	828	.000933	822	.004977	820	.008183	815	.024965	812	.044792	808	.088828	803	.180802
67	841	.000748	835	.004078	832	.008601	828	.021032	824	.046013	820	.090466	815	.182602
68	853	.000813	847	.004324	844	.009027	840	.021810	836	.047232	832	.092089	827	.184374
69	865	.000882	859	.004578	856	.009462	852	.022594	848	.048449	844	.093697	839	.186116
70	877	.000954	871	.004839	868	.009904	864	.023383	860	.049664	856	.095290	851	.187832
71	890	.000768	884	.003980	881	.008237	876	.024178	873	.042647	868	.096868	863	.189520
72	902	.000831	896	.004209	893	.008627	888	.024978	885	.043753	880	.098432	875	.191182
73	914	.000896	908	.004443	905	.009024	901	.021169	897	.044858	892	.099982	887	.192819
74	926	.000965	920	.004684	917	.009428	913	.021885	909	.045962	905	.087656	899	.194430
75	939	.000781	932	.004931	929	.009839	925	.022607	921	.047065	917	.089111	911	.196017

Table [$k=4$]

n	$\alpha = .001$		$\alpha = .005$		$\alpha = .01$		$\alpha = .025$		$\alpha = .05$		$\alpha = .1$		$\alpha = .2$	
	l	$p(l)$	l	$p(l)$	l	$p(l)$	l	$p(l)$	l	$p(l)$	l	$p(l)$	l	$p(l)$
2	61	.000000	60	.001736	60	.001736	59	.012153	58	.031250	57	.055556	55	.147569
3	89	.000723	88	.002894	87	.007017	86	.014829	84	.044633	83	.070240	80	.191189
4	117	.000696	115	.003864	114	.007463	112	.021741	111	.033700	109	.072401	106	.177231
5	145	.000447	142	.003719	141	.006472	139	.016724	137	.037003	134	.096643	132	.161624
6	172	.000543	169	.003235	167	.008397	165	.018981	163	.038266	160	.091645	157	.183113
7	198	.000964	195	.004261	193	.009786	191	.020260	189	.038332	186	.086194	183	.166431
8	225	.000839	222	.003365	220	.007449	217	.020840	214	.049316	212	.080729	208	.182246
9	252	.000705	248	.003901	246	.008066	243	.020942	240	.047131	237	.093512	233	.196048
10	278	.000902	274	.004306	272	.008454	269	.020710	266	.044778	263	.086561	259	.178316
11	305	.000717	300	.004594	298	.008660	295	.020248	292	.042364	288	.097058	284	.189584
12	331	.000840	326	.004785	324	.008726	321	.019630	317	.049600	314	.089481	309	.199767
13	357	.000944	352	.004893	350	.008682	346	.024014	343	.046396	339	.098349	335	.182566
14	384	.000727	378	.004935	376	.008556	372	.022849	369	.043360	365	.090574	360	.191330
15	410	.000788	404	.004924	402	.008368	398	.021677	394	.049085	390	.098226	385	.199420
16	436	.000838	430	.004870	428	.008134	424	.020519	420	.045659	416	.090481	411	.183108
17	462	.000875	456	.004783	453	.009972	449	.023839	446	.042474	441	.097191	436	.190292
18	488	.000903	482	.004670	479	.009550	475	.022398	471	.047128	467	.089599	461	.197021
19	514	.000920	508	.004537	505	.009120	501	.021027	497	.043750	492	.095556	487	.181649
20	540	.000930	534	.004391	531	.008689	526	.023843	522	.047970	518	.088185	512	.187747
21	566	.000932	560	.004235	557	.008263	552	.022295	548	.044489	543	.093529	537	.193516
22	592	.000928	586	.004072	582	.009646	577	.024924	573	.048335	568	.098711	562	.198984
23	618	.000919	611	.004869	608	.009114	603	.023248	599	.044813	594	.091246	588	.184346
24	644	.000906	637	.004642	634	.008603	629	.021686	624	.048333	619	.095948	613	.189402
25	670	.000889	663	.004418	659	.009837	654	.023939	650	.044815	645	.088802	638	.194228
26	696	.000868	689	.004199	685	.009248	680	.022301	675	.048052	670	.093097	663	.198842
27	722	.000846	714	.004879	711	.008691	705	.024410	701	.044568	695	.097287	689	.184958
28	748	.000821	740	.004614	736	.009788	731	.022722	726	.047555	721	.090208	714	.189281
29	774	.000796	766	.004361	762	.009175	756	.024699	752	.044127	746	.094065	739	.193436
30	799	.000963	791	.004982	788	.008599	782	.022981	777	.046892	771	.097837	764	.197432
31	825	.000926	817	.004692	813	.009573	807	.024836	802	.049647	797	.090882	790	.184269
32	851	.000888	843	.004418	839	.008958	833	.023105	828	.046104	822	.094377	815	.188049
33	877	.000851	868	.004982	864	.009894	858	.024848	853	.048664	847	.097802	840	.191699
34	903	.000814	894	.004680	890	.009247	884	.023117	879	.045220	873	.091007	865	.195228
35	928	.000957	920	.004395	916	.008643	909	.024755	904	.047606	898	.094198	890	.198642
36	954	.000912	945	.004906	941	.009475	935	.023034	929	.049982	923	.097330	916	.186096
37	980	.000867	971	.004601	967	.008849	960	.024576	955	.046494	949	.090714	941	.189355
38	1006	.000825	997	.004313	992	.009647	986	.022874	980	.048715	974	.093645	966	.192517

Table [k= 4] (cont.)

n	$\alpha = .001$		$\alpha = .005$		$\alpha = .01$		$\alpha = .025$		$\alpha = .05$		$\alpha = .1$		$\alpha = .2$	
	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)
39	1031	.000952	1022	.004775	1018	.009005	1011	.024327	1006	.045346	999	.096526	991	.195588
40	1057	.000902	1048	.004472	1043	.009770	1037	.022649	1031	.047426	1024	.099359	1016	.198570
41	1083	.000855	1073	.004922	1069	.009117	1062	.024020	1056	.049501	1050	.092807	1042	.186614
42	1108	.000976	1099	.004606	1094	.009850	1088	.022371	1082	.046127	1075	.095472	1067	.189480
43	1134	.000922	1125	.004310	1120	.009190	1113	.023665	1107	.048075	1100	.098095	1092	.192272
44	1160	.000871	1150	.004715	1145	.009892	1138	.024974	1133	.044827	1126	.091752	1117	.194991
45	1185	.000984	1176	.004410	1171	.009228	1164	.023273	1158	.046659	1151	.094227	1142	.197642
46	1211	.000928	1201	.004803	1196	.009899	1189	.024510	1183	.048487	1176	.096668	1168	.186236
47	1237	.000874	1227	.004490	1222	.009235	1215	.022850	1209	.045259	1201	.099073	1193	.188797
48	1262	.000981	1252	.004871	1247	.009878	1240	.024020	1234	.046982	1227	.092839	1218	.191297
49	1288	.000923	1278	.004552	1273	.009216	1266	.022403	1259	.048702	1252	.095117	1243	.193740
50	1314	.000869	1303	.004920	1298	.009830	1291	.023511	1285	.045506	1277	.097366	1268	.196128
51	1339	.000968	1329	.004597	1324	.009173	1316	.024629	1310	.047130	1302	.099585	1293	.198462
52	1365	.000909	1354	.004953	1349	.009761	1342	.022988	1335	.048750	1328	.093477	1319	.187546
53	1391	.000855	1380	.004627	1375	.009110	1367	.024048	1361	.045597	1353	.095586	1344	.189812
54	1416	.000946	1405	.004971	1400	.009672	1393	.022455	1386	.047130	1378	.097669	1369	.192031
55	1442	.000889	1431	.004644	1426	.009028	1418	.023461	1411	.048660	1403	.099726	1394	.194205
56	1467	.000980	1456	.004976	1451	.009566	1443	.024475	1437	.045556	1429	.093756	1419	.196334
57	1493	.000919	1482	.004649	1477	.008932	1469	.022871	1462	.047006	1454	.095716	1444	.198421
58	1519	.000862	1507	.004969	1502	.009446	1494	.023833	1487	.048453	1479	.097654	1470	.187965
59	1544	.000947	1533	.004642	1527	.009972	1519	.024804	1512	.049897	1504	.099570	1495	.189999
60	1570	.000888	1558	.004950	1553	.009315	1545	.023196	1538	.046777	1530	.093743	1520	.191994
61	1595	.000971	1584	.004625	1578	.009817	1570	.024118	1563	.048149	1555	.095573	1545	.193953
62	1621	.000910	1609	.004922	1604	.009172	1596	.022563	1588	.049517	1580	.097384	1570	.195876
63	1646	.000992	1635	.004600	1629	.009653	1621	.023440	1614	.046461	1605	.099176	1595	.197764
64	1672	.000929	1660	.004886	1655	.009022	1646	.024323	1639	.047762	1631	.093494	1620	.199618
65	1698	.000870	1686	.004566	1680	.009482	1672	.022772	1664	.049061	1656	.095209	1646	.189582
66	1723	.000946	1711	.004842	1705	.009951	1697	.023613	1690	.046070	1681	.096907	1671	.191396
67	1749	.000886	1737	.004526	1731	.009304	1722	.024459	1715	.047307	1706	.098588	1696	.193180
68	1774	.000960	1762	.004791	1756	.009753	1748	.022916	1740	.048542	1732	.093053	1721	.194934
69	1800	.000899	1788	.004479	1782	.009122	1773	.023722	1765	.049774	1757	.094665	1746	.196659
70	1825	.000971	1813	.004735	1807	.009551	1798	.024533	1791	.046795	1782	.096262	1771	.198355
71	1851	.000909	1838	.004997	1832	.009989	1824	.023001	1816	.047970	1807	.097844	1797	.188719
72	1876	.000980	1864	.004673	1858	.009347	1849	.023775	1841	.049143	1832	.099412	1822	.190383
73	1902	.000918	1889	.004926	1883	.009765	1874	.024553	1867	.046235	1858	.093973	1847	.192021
74	1927	.000987	1915	.004607	1909	.009141	1900	.023036	1892	.047354	1883	.095480	1872	.193634
75	1953	.000924	1940	.004850	1934	.009541	1925	.023778	1917	.048472	1908	.096974	1897	.195223

Table [$k = 5$]

n	$\alpha = .001$		$\alpha = .005$		$\alpha = .01$		$\alpha = .025$		$\alpha = .05$		$\alpha = .1$		$\alpha = .2$	
	l	$p(l)$	l	$p(l)$	l	$p(l)$	l	$p(l)$	l	$p(l)$	l	$p(l)$	l	$p(l)$
2	109	.000625	107	.004653	106	.009583	105	.016806	103	.038056	100	.096181	97	.189792
3	160	.000723	157	.004135	155	.009720	153	.019818	150	.047606	147	.095962	144	.170093
4	210	.000669	206	.003806	204	.007661	200	.024504	197	.049918	194	.091172	190	.176215
5	259	.000705	254	.004181	251	.009950	248	.021080	244	.049322	240	.099721	236	.177915
6	307	.000878	302	.004081	299	.008894	295	.021928	291	.047269	287	.090668	281	.199166
7	355	.000940	349	.004816	346	.009650	342	.021897	338	.044552	333	.094494	327	.195331
8	403	.000929	397	.004219	393	.009985	389	.021334	384	.048457	379	.096816	373	.190969
9	451	.000875	444	.004503	441	.008278	435	.024139	431	.044616	425	.098068	419	.186333
10	499	.000798	491	.004645	487	.009862	482	.022720	477	.046969	471	.098541	464	.198692
11	546	.000896	538	.004679	534	.009561	528	.024634	523	.048756	517	.098439	510	.192831
12	593	.000968	585	.004632	581	.009171	575	.022820	570	.044298	563	.097908	556	.187120
13	641	.000829	632	.004525	628	.008727	621	.024143	616	.045387	609	.097052	601	.196547
14	688	.000860	679	.004377	674	.009593	668	.022183	662	.046173	655	.095951	647	.190360
15	735	.000876	725	.004920	721	.008989	714	.023106	708	.046707	701	.094665	692	.198473
16	782	.000880	772	.004669	767	.009654	760	.023869	754	.047030	747	.093240	738	.192067
17	829	.000874	819	.004411	814	.008964	806	.024493	800	.047176	793	.091710	783	.199194
18	876	.000859	865	.004792	860	.009474	852	.024991	846	.047173	838	.098051	829	.192715
19	922	.000988	912	.004483	906	.009930	899	.022738	892	.047046	884	.096067	874	.199074
20	969	.000954	958	.004790	953	.009138	945	.023071	938	.046813	930	.094067	920	.192609
21	1016	.000915	1005	.004451	999	.009485	991	.023323	984	.046493	975	.099509	965	.198354
22	1063	.000875	1051	.004698	1045	.009791	1037	.023502	1030	.046099	1021	.097215	1011	.191953
23	1109	.000966	1097	.004925	1092	.008969	1083	.023617	1075	.049823	1067	.094949	1056	.197196
24	1156	.000914	1144	.004543	1138	.009201	1129	.023675	1121	.049186	1112	.099703	1102	.190892
25	1202	.000994	1190	.004724	1184	.009401	1175	.023682	1167	.048510	1158	.097244	1147	.195715
26	1249	.000934	1236	.004889	1230	.009572	1221	.023645	1213	.047803	1204	.094838	1193	.189527
27	1296	.000875	1283	.004491	1276	.009716	1267	.023569	1259	.047071	1249	.099048	1238	.193995
28	1342	.000937	1329	.004621	1322	.009835	1313	.023458	1305	.046320	1295	.096512	1283	.198281
29	1388	.000996	1375	.004738	1368	.009931	1359	.023316	1350	.049249	1341	.094042	1329	.192097
30	1435	.000926	1421	.004842	1415	.009056	1405	.023148	1396	.048357	1386	.097812	1374	.196102
31	1481	.000977	1467	.004934	1461	.009122	1451	.022956	1442	.047462	1432	.095255	1419	.199959
32	1528	.000906	1514	.004515	1507	.009171	1496	.024743	1488	.046567	1477	.098797	1465	.193827
33	1574	.000949	1560	.004586	1553	.009204	1542	.024464	1533	.049135	1523	.096177	1510	.197457
34	1620	.000990	1606	.004647	1599	.009223	1588	.024170	1579	.048139	1568	.099516	1556	.191482
35	1667	.000914	1652	.004700	1645	.009228	1634	.023864	1625	.047153	1614	.096851	1601	.194912
36	1713	.000948	1698	.004744	1691	.009221	1680	.023547	1670	.049515	1660	.094268	1646	.198233
37	1759	.000981	1744	.004780	1737	.009203	1726	.023222	1716	.048449	1705	.097314	1692	.192341
38	1806	.000904	1790	.004809	1783	.009174	1771	.024725	1762	.047401	1751	.094704	1737	.195495

Table [k= 5] (cont.)

n	$\alpha = .001$		$\alpha = .005$		$\alpha = .01$		$\alpha = .025$		$\alpha = .05$		$\alpha = .1$		$\alpha = .2$	
	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)
39	1852	.000931	1836	.004830	1828	.009967	1817	.024339	1807	.049581	1796	.097594	1782	.198557
40	1898	.000956	1882	.004845	1874	.009906	1863	.023949	1853	.048470	1842	.094969	1828	.192761
41	1944	.000980	1928	.004854	1920	.009837	1909	.023558	1899	.047381	1887	.097717	1873	.195681
42	1991	.000901	1974	.004857	1966	.009762	1954	.024924	1944	.049401	1933	.095086	1918	.198522
43	2037	.000920	2020	.004855	2012	.009679	2000	.024484	1990	.048262	1978	.097705	1964	.192831
44	2083	.000939	2066	.004848	2058	.009592	2046	.024046	2036	.047148	2024	.095075	2009	.195550
45	2129	.000955	2112	.004837	2104	.009499	2092	.023610	2081	.049026	2069	.097576	2054	.198200
46	2175	.000971	2158	.004821	2150	.009401	2137	.024854	2127	.047873	2115	.094952	2100	.192617
47	2221	.000985	2204	.004801	2196	.009300	2183	.024380	2172	.049682	2160	.097345	2145	.195163
48	2267	.000998	2250	.004777	2241	.009943	2229	.023910	2218	.048497	2205	.099704	2190	.197648
49	2314	.000914	2296	.004750	2287	.009819	2275	.023446	2264	.047340	2251	.097025	2236	.192175
50	2360	.000924	2342	.004721	2333	.009693	2320	.024583	2309	.049029	2296	.099286	2281	.194567
51	2406	.000934	2388	.004688	2379	.009565	2366	.024088	2355	.047846	2342	.096628	2326	.196907
52	2452	.000942	2434	.004653	2425	.009435	2412	.023600	2400	.049477	2387	.098798	2371	.199194
53	2498	.000949	2480	.004615	2471	.009303	2457	.024675	2446	.048274	2433	.096164	2417	.193802
54	2544	.000955	2525	.004957	2516	.009872	2503	.024160	2491	.049850	2478	.098250	2462	.196012
55	2590	.000960	2571	.004908	2562	.009723	2549	.023655	2537	.048630	2524	.095641	2507	.198177
56	2636	.000964	2617	.004858	2608	.009574	2594	.024672	2583	.047441	2569	.097648	2553	.192896
57	2682	.000967	2663	.004806	2654	.009424	2640	.024144	2628	.048920	2614	.099632	2598	.194992
58	2728	.000969	2709	.004753	2699	.009957	2686	.023626	2674	.047718	2660	.097001	2643	.197046
59	2774	.000971	2755	.004699	2745	.009792	2731	.024590	2719	.049150	2705	.098913	2688	.199061
60	2820	.000971	2801	.004643	2791	.009628	2777	.024053	2765	.047938	2751	.096314	2734	.193868
61	2866	.000971	2846	.004945	2837	.009465	2822	.024994	2810	.049325	2796	.098159	2779	.195823
62	2912	.000971	2892	.004881	2882	.009964	2868	.024440	2856	.048106	2841	.099983	2824	.197743
63	2958	.000969	2938	.004816	2928	.009788	2914	.023898	2901	.049450	2887	.097374	2869	.199627
64	3004	.000967	2984	.004751	2974	.009614	2959	.024790	2947	.048226	2932	.099137	2915	.194525
65	3050	.000965	3030	.004685	3020	.009441	3005	.024233	2992	.049530	2978	.096564	2960	.196358
66	3096	.000962	3075	.004966	3065	.009908	3051	.023689	3038	.048302	3023	.098268	3005	.198159
67	3142	.000958	3121	.004892	3111	.009724	3096	.024536	3083	.049568	3068	.099956	3050	.199930
68	3188	.000954	3167	.004819	3157	.009543	3142	.023979	3129	.048338	3114	.097381	3096	.194918
69	3234	.000949	3213	.004746	3202	.009992	3187	.024807	3174	.049567	3159	.099015	3141	.196644
70	3280	.000944	3259	.004673	3248	.009800	3233	.024239	3220	.048338	3205	.096477	3186	.198341
71	3326	.000939	3304	.004932	3294	.009611	3279	.023685	3265	.049531	3250	.098060	3232	.193435
72	3372	.000933	3350	.004853	3340	.009425	3324	.024471	3311	.048304	3295	.099628	3277	.195091
73	3418	.000927	3396	.004774	3385	.009845	3370	.023908	3356	.049464	3341	.097096	3322	.196722
74	3463	.000996	3442	.004695	3431	.009650	3415	.024677	3402	.048239	3386	.098617	3367	.198327
75	3509	.000989	3487	.004941	3477	.009459	3461	.024105	3447	.049367	3432	.096123	3412	.199907

Table [k= 6]

n	$\alpha = .001$		$\alpha = .005$		$\alpha = .01$		$\alpha = .025$		$\alpha = .05$		$\alpha = .1$		$\alpha = .2$	
	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)
2	178	.000548	174	.004894	173	.007143	169	.024115	166	.048027	163	.084769	158	.180912
3	260	.000828	255	.004223	252	.009145	248	.021811	244	.045094	239	.095341	233	.194082
4	341	.000763	334	.004510	331	.008457	325	.024801	321	.045394	315	.097615	308	.198726
5	420	.000912	412	.004948	409	.008485	403	.021962	397	.049021	391	.096288	383	.199263
6	499	.000905	490	.004882	486	.009249	479	.024653	474	.045104	467	.093238	458	.197658
7	577	.000990	568	.004559	563	.009472	556	.023328	550	.045581	542	.097499	533	.194854
8	656	.000843	645	.004755	640	.009346	632	.024268	625	.049771	618	.092427	608	.191358
9	733	.000965	722	.004779	717	.009004	708	.024670	701	.048486	693	.094373	682	.199109
10	811	.000901	799	.004683	793	.009568	784	.024681	777	.046878	768	.095484	757	.194240
11	888	.000947	876	.004508	869	.009938	860	.024410	852	.048919	843	.095966	831	.199936
12	965	.000968	952	.004796	946	.009161	936	.023938	928	.046719	918	.095968	906	.194472
13	1042	.000967	1029	.004493	1022	.009280	1012	.023323	1003	.047983	993	.095601	980	.198862
14	1119	.000951	1105	.004641	1098	.009301	1087	.024550	1078	.048930	1068	.094949	1055	.193165
15	1196	.000922	1181	.004733	1174	.009245	1163	.023648	1153	.049611	1142	.099758	1129	.199758
16	1272	.000992	1257	.004780	1249	.009967	1238	.024525	1229	.046823	1217	.098481	1203	.199725
17	1349	.000941	1333	.004787	1325	.009761	1314	.023457	1304	.047175	1292	.097083	1278	.193790
18	1425	.000987	1409	.004761	1401	.009518	1389	.024078	1379	.047368	1367	.095594	1352	.196318
19	1502	.000922	1485	.004709	1477	.009248	1464	.024590	1454	.047426	1441	.099069	1426	.198552
20	1578	.000950	1561	.004636	1552	.009691	1540	.023357	1529	.047369	1516	.097272	1501	.192621
21	1654	.000970	1636	.004940	1628	.009349	1615	.023705	1604	.047213	1591	.095451	1575	.194515
22	1730	.000984	1712	.004817	1703	.009698	1690	.023977	1678	.049729	1665	.098269	1649	.196201
23	1806	.000991	1788	.004684	1779	.009308	1765	.024182	1753	.049341	1740	.096263	1723	.197702
24	1882	.000993	1863	.004911	1854	.009582	1840	.024326	1828	.048894	1814	.098742	1797	.199036
25	1958	.000990	1939	.004747	1929	.009824	1915	.024416	1903	.048397	1889	.096607	1872	.193147
26	2034	.000983	2014	.004934	2005	.009374	1990	.024457	1978	.047858	1963	.098803	1946	.194312
27	2110	.000972	2090	.004747	2080	.009560	2065	.024455	2052	.049776	2038	.096582	2020	.195351
28	2186	.000958	2165	.004900	2155	.009720	2140	.024415	2127	.049103	2112	.098541	2094	.196277
29	2262	.000942	2241	.004698	2230	.009858	2215	.024341	2202	.048407	2187	.096265	2168	.197099
30	2338	.000924	2316	.004823	2305	.009973	2290	.024236	2277	.047695	2261	.098023	2242	.197826
31	2413	.000978	2391	.004936	2381	.009461	2365	.024103	2351	.049277	2335	.099683	2316	.198467
32	2489	.000954	2467	.004713	2456	.009544	2440	.023947	2426	.048475	2410	.097301	2390	.199029
33	2565	.000928	2542	.004803	2531	.009609	2515	.023770	2500	.049930	2484	.098802	2464	.199518
34	2640	.000973	2617	.004884	2606	.009659	2589	.024830	2575	.049057	2559	.096417	2538	.199940
35	2716	.000942	2692	.004955	2681	.009694	2664	.024589	2650	.048185	2633	.097779	2613	.194308
36	2791	.000982	2768	.004712	2756	.009716	2739	.024334	2724	.049466	2707	.099071	2687	.194689
37	2867	.000948	2843	.004767	2831	.009725	2814	.024067	2799	.048542	2782	.096644	2761	.195015
38	2942	.000982	2918	.004814	2906	.009723	2888	.024984	2873	.049728	2856	.097824	2835	.195291

Table [k= 6] (cont.)

n	$\alpha = .001$		$\alpha = .005$		$\alpha = .01$		$\alpha = .025$		$\alpha = .05$		$\alpha = .1$		$\alpha = .2$	
	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)
39	3018	.000946	2993	.004855	2981	.009711	2963	.024669	2948	.048762	2930	.098944	2909	.195519
40	3093	.000975	3068	.004888	3056	.009689	3038	.024348	3022	.049862	3005	.096503	2983	.195703
41	3169	.000937	3143	.004915	3131	.009658	3113	.024020	3097	.048864	3079	.097531	3057	.195847
42	3244	.000963	3218	.004936	3206	.009619	3187	.024818	3171	.049886	3153	.098508	3131	.195953
43	3319	.000987	3293	.004951	3281	.009572	3262	.024455	3246	.048863	3227	.099438	3205	.196023
44	3395	.000945	3368	.004960	3356	.009519	3337	.024089	3320	.049815	3302	.096971	3279	.196060
45	3470	.000966	3443	.004965	3430	.009958	3411	.024815	3395	.048774	3376	.097829	3353	.196066
46	3545	.000985	3518	.004965	3505	.009884	3486	.024421	3469	.049661	3450	.098646	3427	.196043
47	3621	.000941	3593	.004960	3580	.009805	3561	.024027	3544	.048607	3524	.099424	3501	.195994
48	3696	.000957	3668	.004952	3655	.009721	3635	.024688	3618	.049436	3599	.096958	3575	.195919
49	3771	.000973	3743	.004939	3730	.009633	3710	.024272	3693	.048373	3673	.097679	3649	.195820
50	3846	.000987	3818	.004923	3805	.009541	3784	.024898	3767	.049150	3747	.098366	3723	.195699
51	3921	.000999	3893	.004904	3879	.009913	3859	.024462	3841	.049903	3821	.099021	3797	.195557
52	3997	.000952	3968	.004881	3954	.009806	3934	.024030	3916	.048810	3895	.099644	3871	.195395
53	4072	.000962	4043	.004856	4029	.009697	4008	.024602	3990	.049516	3970	.097184	3945	.195215
54	4147	.000972	4118	.004828	4104	.009585	4083	.024155	4065	.048424	4044	.097765	4018	.199846
55	4222	.000980	4193	.004798	4178	.009921	4157	.024698	4139	.049087	4118	.098318	4092	.199585
56	4297	.000988	4268	.004765	4253	.009797	4232	.024238	4213	.049732	4192	.098846	4166	.199309
57	4372	.000995	4342	.004971	4328	.009671	4306	.024754	4288	.048622	4266	.099348	4240	.199021
58	4448	.000945	4417	.004930	4402	.009986	4381	.024283	4362	.049229	4340	.099827	4314	.198719
59	4523	.000950	4492	.004888	4477	.009849	4455	.024773	4436	.049818	4415	.097384	4388	.198406
60	4598	.000954	4567	.004844	4552	.009712	4530	.024293	4511	.048698	4489	.097832	4462	.198081
61	4673	.000958	4642	.004799	4627	.009575	4604	.024759	4585	.049253	4563	.098259	4536	.197746
62	4748	.000961	4716	.004983	4701	.009860	4679	.024272	4659	.049793	4637	.098665	4610	.197401
63	4823	.000963	4791	.004931	4776	.009714	4753	.024715	4734	.048667	4711	.099051	4684	.197047
64	4898	.000964	4866	.004879	4850	.009988	4828	.024222	4808	.049177	4785	.099418	4758	.196684
65	4973	.000965	4941	.004825	4925	.009834	4902	.024644	4882	.049673	4859	.099767	4832	.196313
66	5048	.000965	5015	.004995	5000	.009681	4977	.024147	4957	.048545	4934	.097361	4906	.195934
67	5123	.000965	5090	.004936	5074	.009938	5051	.024549	5031	.049014	5008	.097689	4979	.199886
68	5198	.000964	5165	.004876	5149	.009778	5125	.024944	5105	.049469	5082	.098000	5053	.199455
69	5273	.000963	5240	.004816	5224	.009620	5200	.024432	5179	.049913	5156	.098296	5127	.199019
70	5348	.000961	5314	.004973	5298	.009860	5274	.024808	5254	.048776	5230	.098577	5201	.198577
71	5423	.000958	5389	.004908	5373	.009695	5349	.024296	5328	.049195	5304	.098842	5275	.198131
72	5498	.000955	5464	.004843	5447	.009927	5423	.024654	5402	.049604	5378	.099094	5349	.197679
73	5573	.000952	5538	.004991	5522	.009758	5498	.024142	5477	.048474	5452	.099331	5423	.197223
74	5647	.000997	5613	.004922	5596	.009981	5572	.024484	5551	.048861	5526	.099556	5497	.196763
75	5722	.000993	5688	.004853	5671	.009807	5646	.024820	5625	.049237	5600	.099767	5571	.196299

Table [k= 7]

n	$\alpha = .001$		$\alpha = .005$		$\alpha = .01$		$\alpha = .025$		$\alpha = .05$		$\alpha = .1$		$\alpha = .2$	
	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)
2	269	.000998	264	.004610	261	.009281	256	.024053	252	.044749	246	.096101	239	.192880
3	394	.000902	386	.004668	382	.009150	375	.024918	370	.045537	363	.093040	354	.193570
4	516	.000944	506	.004855	501	.009660	494	.022457	487	.046275	479	.093055	469	.188741
5	637	.000916	625	.004961	620	.009049	611	.023473	603	.048404	594	.096643	583	.192391
6	757	.000905	744	.004648	737	.009877	728	.023213	719	.048572	709	.097576	697	.193306
7	876	.000931	862	.004620	855	.009241	844	.024149	835	.047618	824	.096937	811	.192602
8	995	.000897	979	.004857	972	.009217	960	.024402	950	.049141	939	.095337	924	.199401
9	1113	.000924	1096	.004917	1088	.009732	1076	.024191	1065	.049868	1053	.098127	1038	.196502
10	1231	.000915	1213	.004853	1205	.009269	1192	.023667	1181	.047184	1168	.095209	1152	.193257
11	1348	.000969	1330	.004704	1321	.009395	1307	.024443	1295	.049739	1282	.096572	1265	.197020
12	1465	.000997	1446	.004858	1437	.009387	1422	.024932	1410	.049151	1396	.097384	1379	.193049
13	1583	.000920	1562	.004935	1552	.009918	1538	.023769	1525	.048336	1510	.097763	1492	.195676
14	1699	.000994	1678	.004952	1668	.009693	1653	.023888	1639	.049736	1624	.097796	1605	.197793
15	1816	.000970	1794	.004918	1784	.009413	1768	.023858	1754	.048510	1738	.097553	1718	.199488
16	1933	.000937	1910	.004846	1899	.009657	1882	.024978	1868	.049425	1852	.097087	1832	.194757
17	2049	.000968	2026	.004744	2014	.009830	1997	.024681	1983	.047958	1966	.096441	1945	.195963
18	2165	.000988	2141	.004912	2129	.009942	2112	.024308	2097	.048530	2079	.099211	2058	.196907
19	2281	.000999	2257	.004753	2244	.009999	2227	.023875	2211	.048947	2193	.098181	2171	.197627
20	2398	.000935	2372	.004858	2360	.009491	2341	.024512	2325	.049231	2307	.097061	2284	.198153
21	2513	.000997	2487	.004936	2474	.009983	2456	.023949	2439	.049398	2420	.099169	2397	.198511
22	2629	.000987	2602	.004990	2589	.009922	2570	.024423	2553	.049464	2534	.097815	2510	.198724
23	2745	.000972	2718	.004758	2704	.009832	2684	.024823	2667	.049441	2647	.099585	2623	.198809
24	2861	.000953	2833	.004776	2819	.009717	2799	.024116	2781	.049340	2761	.098064	2736	.198782
25	2976	.000989	2948	.004778	2934	.009583	2913	.024402	2895	.049172	2874	.099560	2849	.198657
26	3092	.000962	3063	.004764	3048	.009881	3027	.024633	3009	.048945	2988	.097919	2962	.198445
27	3207	.000989	3177	.004980	3163	.009700	3141	.024815	3123	.048666	3101	.099191	3075	.198156
28	3323	.000955	3292	.004936	3277	.009944	3255	.024953	3237	.048343	3215	.097468	3188	.197799
29	3438	.000974	3407	.004883	3392	.009727	3370	.024106	3350	.049632	3328	.098554	3301	.197382
30	3553	.000989	3522	.004821	3506	.009924	3484	.024179	3464	.049196	3441	.099546	3414	.196911
31	3669	.000948	3636	.004977	3621	.009681	3598	.024220	3578	.048732	3555	.097707	3527	.196391
32	3784	.000957	3751	.004895	3735	.009839	3712	.024230	3691	.049820	3668	.098557	3640	.195829
33	3899	.000964	3866	.004807	3849	.009979	3826	.024213	3805	.049273	3781	.099332	3752	.199455
34	4014	.000968	3980	.004929	3964	.009701	3940	.024170	3919	.048709	3895	.097424	3865	.198750
35	4129	.000969	4095	.004827	4078	.009810	4053	.024961	4032	.049634	4008	.098089	3978	.198016
36	4244	.000969	4209	.004929	4192	.009904	4167	.024860	4146	.049009	4121	.098693	4091	.197257
37	4359	.000966	4324	.004816	4306	.009984	4281	.024741	4259	.049842	4234	.099241	4204	.196477
38	4474	.000962	4438	.004901	4421	.009674	4395	.024604	4373	.049166	4347	.099735	4316	.199619

Table [k= 7] (cont.)

n	$\alpha = .001$		$\alpha = .005$		$\alpha = .01$		$\alpha = .025$		$\alpha = .05$		$\alpha = .1$		$\alpha = .2$	
	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)
39	4589	.000956	4552	.004980	4535	.009732	4509	.024453	4486	.049918	4461	.097737	4429	.198740
40	4703	.000995	4667	.004850	4649	.009779	4623	.024287	4600	.049202	4574	.098159	4542	.197848
41	4818	.000985	4781	.004914	4763	.009816	4736	.024899	4713	.049882	4687	.098537	4655	.196943
42	4933	.000974	4895	.004972	4877	.009842	4850	.024695	4827	.049133	4800	.098874	4767	.199782
43	5048	.000962	5010	.004831	4991	.009859	4964	.024482	4940	.049748	4913	.099172	4880	.198804
44	5162	.000993	5124	.004878	5105	.009867	5078	.024260	5054	.048974	5026	.099434	4993	.197820
45	5277	.000978	5238	.004919	5219	.009867	5191	.024781	5167	.049531	5139	.099663	5106	.196831
46	5392	.000962	5352	.004955	5333	.009860	5305	.024530	5281	.048738	5252	.099859	5218	.199421
47	5506	.000988	5466	.004986	5447	.009846	5419	.024273	5394	.049243	5366	.097800	5331	.198376
48	5621	.000970	5581	.004830	5561	.009825	5532	.024737	5507	.049722	5479	.097958	5444	.197329
49	5735	.000994	5695	.004853	5675	.009797	5646	.024457	5621	.048894	5592	.098089	5556	.199758
50	5850	.000974	5809	.004871	5789	.009764	5759	.024889	5734	.049329	5705	.098195	5669	.198665
51	5964	.000994	5923	.004886	5903	.009726	5873	.024589	5847	.049742	5818	.098276	5782	.197574
52	6079	.000973	6037	.004897	6017	.009683	5986	.024990	5961	.048888	5931	.098335	5894	.199861
53	6193	.000991	6151	.004904	6130	.009951	6100	.024672	6074	.049262	6044	.098372	6007	.198732
54	6308	.000968	6265	.004908	6244	.009895	6214	.024353	6187	.049617	6157	.098388	6120	.197607
55	6422	.000984	6379	.004908	6358	.009834	6327	.024712	6300	.049953	6270	.098386	6232	.199769
56	6536	.000999	6493	.004906	6472	.009770	6441	.024380	6414	.049068	6383	.098365	6345	.198612
57	6651	.000974	6607	.004900	6586	.009703	6554	.024714	6527	.049372	6496	.098326	6458	.197461
58	6765	.000987	6721	.004892	6699	.009934	6668	.024370	6640	.049660	6609	.098272	6570	.199511
59	6879	.001000	6835	.004881	6813	.009856	6781	.024682	6753	.049932	6722	.098202	6683	.198334
60	6994	.000973	6949	.004868	6927	.009776	6894	.024983	6867	.049028	6835	.098117	6796	.197164
61	7108	.000984	7063	.004853	7040	.009989	7008	.024618	6980	.049274	6947	.099971	6908	.199113
62	7222	.000993	7176	.004994	7154	.009899	7121	.024898	7093	.049506	7060	.099841	7021	.197922
63	7337	.000966	7290	.004973	7268	.009808	7235	.024526	7206	.049723	7173	.099700	7133	.199807
64	7451	.000974	7404	.004949	7382	.009715	7348	.024788	7319	.049928	7286	.099546	7246	.198596
65	7565	.000981	7518	.004924	7495	.009905	7462	.024410	7433	.049006	7399	.099382	7359	.197395
66	7679	.000988	7632	.004897	7609	.009805	7575	.024653	7546	.049191	7512	.099207	7471	.199195
67	7793	.000995	7746	.004869	7722	.009985	7688	.024889	7659	.049364	7625	.099022	7584	.197978
68	7908	.000965	7859	.004991	7836	.009878	7802	.024498	7772	.049525	7738	.098828	7696	.199723
69	8022	.000970	7973	.004958	7950	.009770	7915	.024717	7885	.049675	7851	.098624	7809	.198493
70	8136	.000974	8087	.004923	8063	.009937	8028	.024929	7998	.049815	7964	.098413	7922	.197272
71	8250	.000978	8201	.004887	8177	.009823	8142	.024528	8111	.049944	8077	.098193	8034	.198945
72	8364	.000982	8314	.004999	8290	.009981	8255	.024726	8225	.049006	8189	.099762	8147	.197713
73	8478	.000985	8428	.004959	8404	.009863	8368	.024916	8338	.049121	8302	.099512	8259	.199339
74	8592	.000987	8542	.004918	8518	.009744	8482	.024507	8451	.049227	8415	.099256	8372	.198098
75	8706	.000989	8656	.004876	8631	.009890	8595	.024685	8564	.049324	8528	.098993	8484	.199679

Table [k= 8]

n	$\alpha = .001$		$\alpha = .005$		$\alpha = .01$		$\alpha = .025$		$\alpha = .05$		$\alpha = .1$		$\alpha = .2$	
	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)
2	388	.000882	380	.004532	375	.009995	368	.024992	362	.047916	354	.098334	344	.199626
3	567	.000930	556	.004449	550	.009067	540	.024983	532	.049362	523	.094549	511	.190942
4	743	.000933	729	.004685	722	.009301	711	.023833	701	.049386	690	.097422	676	.196560
5	917	.000949	901	.004672	893	.009271	880	.024612	869	.049910	857	.096540	841	.197778
6	1090	.000938	1072	.004662	1063	.009325	1049	.024141	1037	.048752	1023	.098244	1006	.196687
7	1262	.000935	1242	.004741	1232	.009583	1217	.024388	1204	.049140	1189	.098255	1171	.194294
8	1433	.000953	1411	.004947	1401	.009495	1385	.024039	1371	.048658	1355	.097204	1335	.197246
9	1603	.001000	1580	.004980	1569	.009742	1552	.024529	1537	.049770	1520	.099106	1499	.199015
10	1774	.000938	1749	.004893	1737	.009773	1719	.024625	1704	.048213	1686	.096693	1663	.199925
11	1943	.000986	1918	.004724	1905	.009649	1886	.024434	1870	.048350	1851	.097272	1828	.194929
12	2113	.000946	2086	.004757	2072	.009897	2053	.024034	2036	.048142	2016	.097361	1991	.199988
13	2282	.000950	2253	.004978	2240	.009551	2219	.024486	2201	.049450	2181	.097071	2155	.199409
14	2450	.000996	2421	.004880	2407	.009590	2385	.024744	2367	.048697	2345	.099409	2319	.198542
15	2619	.000969	2588	.004981	2573	.009983	2551	.024841	2532	.049454	2510	.098478	2483	.197450
16	2787	.000986	2756	.004804	2740	.009860	2717	.024807	2697	.049985	2675	.097375	2647	.196182
17	2955	.000992	2923	.004823	2907	.009686	2883	.024665	2863	.048749	2839	.098778	2810	.199006
18	3123	.000988	3090	.004810	3073	.009865	3049	.024435	3028	.048966	3003	.099923	2974	.197348
19	3291	.000976	3256	.004978	3239	.009989	3214	.024976	3193	.049044	3168	.098310	3137	.199625
20	3459	.000958	3423	.004907	3406	.009686	3380	.024586	3358	.049005	3332	.099089	3301	.197706
21	3626	.000980	3590	.004818	3572	.009726	3545	.024950	3523	.048865	3496	.099696	3464	.199567
22	3793	.000996	3756	.004905	3738	.009731	3711	.024448	3688	.048638	3661	.097808	3628	.197471
23	3961	.000961	3922	.004970	3904	.009703	3876	.024677	3852	.049678	3825	.098178	3791	.199006
24	4128	.000966	4089	.004828	4069	.009990	4041	.024843	4017	.049279	3989	.098430	3955	.196792
25	4295	.000966	4255	.004858	4235	.009902	4206	.024954	4182	.048826	4153	.098576	4118	.198069
26	4462	.000962	4421	.004872	4401	.009794	4372	.024296	4346	.049588	4317	.098629	4281	.199207
27	4628	.000995	4587	.004872	4566	.009991	4537	.024327	4511	.049019	4481	.098599	4445	.196845
28	4795	.000984	4753	.004859	4732	.009841	4702	.024318	4675	.049634	4645	.098495	4608	.197798
29	4962	.000969	4919	.004835	4897	.009990	4866	.024953	4840	.048975	4809	.098324	4771	.198646
30	5128	.000990	5084	.004967	5063	.009808	5031	.024864	5004	.049467	4973	.098094	4934	.199399
31	5295	.000970	5250	.004920	5228	.009916	5196	.024746	5168	.049899	5136	.099783	5098	.196914
32	5461	.000985	5416	.004866	5394	.009710	5361	.024603	5333	.049129	5300	.099416	5261	.197544
33	5627	.000998	5581	.004962	5559	.009785	5526	.024439	5497	.049468	5464	.099009	5424	.198099
34	5794	.000971	5747	.004891	5724	.009845	5690	.024880	5661	.049760	5628	.098564	5587	.198585
35	5960	.000978	5912	.004968	5889	.009889	5855	.024664	5826	.048915	5791	.099943	5750	.199007
36	6126	.000983	6078	.004884	6054	.009920	6020	.024434	5990	.049134	5955	.099402	5913	.199371
37	6292	.000986	6243	.004944	6219	.009938	6184	.024788	6154	.049316	6119	.098836	6076	.199680
38	6458	.000987	6408	.004996	6384	.009944	6349	.024519	6318	.049463	6283	.098247	6239	.199940

Table [k= 8] (cont.)

n	$\alpha = .001$		$\alpha = .005$		$\alpha = .01$		$\alpha = .025$		$\alpha = .05$		$\alpha = .1$		$\alpha = .2$	
	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)
39	6624	.000986	6574	.004895	6549	.009940	6513	.024823	6482	.049578	6446	.099390	6403	.197341
40	6790	.000984	6739	.004933	6714	.009925	6678	.024522	6646	.049662	6610	.098732	6566	.197544
41	6956	.000980	6904	.004965	6879	.009901	6842	.024783	6810	.049718	6773	.099775	6729	.197706
42	7122	.000974	7069	.004991	7044	.009869	7007	.024456	6974	.049747	6937	.099059	6892	.197829
43	7287	.001000	7235	.004873	7209	.009829	7171	.024678	7138	.049753	7101	.098333	7055	.197917
44	7453	.000991	7400	.004888	7374	.009782	7335	.024881	7302	.049735	7264	.099247	7218	.197971
45	7619	.000981	7565	.004899	7538	.009977	7500	.024519	7466	.049696	7428	.098476	7381	.197994
46	7785	.000971	7730	.004905	7703	.009913	7664	.024689	7630	.049638	7591	.099313	7544	.197988
47	7950	.000990	7895	.004907	7868	.009843	7828	.024844	7794	.049561	7755	.098505	7707	.197954
48	8116	.000977	8060	.004904	8033	.009769	7992	.024983	7958	.049467	7918	.099273	7870	.197895
49	8281	.000993	8225	.004898	8197	.009927	8157	.024582	8122	.049356	8082	.098433	8033	.197812
50	8447	.000978	8390	.004887	8362	.009840	8321	.024696	8286	.049231	8245	.099139	8196	.197706
51	8612	.000992	8555	.004874	8526	.009983	8485	.024796	8449	.049997	8408	.099812	8359	.197579
52	8778	.000975	8719	.004982	8691	.009884	8649	.024884	8613	.049834	8572	.098923	8521	.199867
53	8943	.000987	8884	.004961	8856	.009782	8813	.024960	8777	.049659	8735	.099542	8684	.199677
54	9108	.000998	9049	.004936	9020	.009904	8978	.024526	8941	.049473	8899	.098634	8847	.199470
55	9274	.000979	9214	.004909	9185	.009793	9142	.024583	9105	.049276	9062	.099204	9010	.199247
56	9439	.000987	9379	.004880	9349	.009902	9306	.024630	9268	.049933	9225	.099748	9173	.199009
57	9604	.000995	9543	.004968	9514	.009784	9470	.024667	9432	.049707	9389	.098807	9336	.198756
58	9770	.000974	9708	.004932	9678	.009882	9634	.024695	9596	.049473	9552	.099309	9499	.198491
59	9935	.000980	9873	.004895	9842	.009974	9798	.024714	9760	.049232	9715	.099787	9662	.198212
60	10100	.000986	10037	.004972	10007	.009843	9962	.024725	9923	.049816	9879	.098820	9825	.197922
61	10265	.000990	10202	.004930	10171	.009925	10126	.024728	10087	.049550	10042	.099261	9987	.199870
62	10430	.000994	10367	.004886	10336	.009789	10290	.024723	10251	.049279	10205	.099682	10150	.199538
63	10595	.000997	10531	.004954	10500	.009862	10454	.024710	10414	.049815	10369	.098695	10313	.199196
64	10760	.000999	10696	.004905	10664	.009930	10618	.024691	10578	.049524	10532	.099084	10476	.198845
65	10926	.000975	10860	.004968	10828	.009993	10782	.024665	10742	.049228	10695	.099454	10639	.198486
66	11091	.000976	11025	.004916	10993	.009845	10946	.024633	10905	.049721	10858	.099806	10802	.198119
67	11256	.000976	11189	.004973	11157	.009901	11110	.024595	11069	.049408	11022	.098795	10964	.199891
68	11421	.000976	11354	.004917	11321	.009952	11273	.024996	11232	.049875	11185	.099120	11127	.199491
69	11586	.000976	11518	.004969	11485	.010000	11437	.024943	11396	.049546	11348	.099429	11290	.199085
70	11750	.001000	11683	.004911	11650	.009843	11601	.024884	11559	.049988	11511	.099722	11453	.198673
71	11915	.000998	11847	.004958	11814	.009884	11765	.024821	11723	.049645	11675	.098694	11616	.198255
72	12080	.000996	12012	.004897	11978	.009921	11929	.024753	11887	.049300	11838	.098965	11778	.199903
73	12245	.000993	12176	.004940	12142	.009955	12093	.024681	12050	.049708	12001	.099222	11941	.199458
74	12410	.000990	12340	.004982	12306	.009986	12257	.024605	12214	.049352	12164	.099465	12104	.199009
75	12575	.000986	12505	.004916	12471	.009820	12420	.024947	12377	.049738	12327	.099695	12267	.198556

Table [k= 9]

n	$\alpha = .001$		$\alpha = .005$		$\alpha = .01$		$\alpha = .025$		$\alpha = .05$		$\alpha = .1$		$\alpha = .2$	
	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)
2	536	.000967	525	.004639	519	.009249	509	.024360	501	.046472	490	.097358	477	.194677
3	784	.000920	768	.004773	760	.009516	748	.023417	737	.047328	724	.095553	707	.199670
4	1027	.000974	1008	.004825	998	.009898	984	.023942	971	.048508	956	.097030	937	.197792
5	1268	.000981	1246	.004898	1235	.009795	1219	.023889	1204	.049163	1187	.098714	1166	.198979
6	1508	.000941	1483	.004864	1471	.009628	1453	.023886	1437	.048125	1418	.098049	1395	.197855
7	1746	.000957	1719	.004840	1706	.009547	1686	.024165	1668	.049814	1648	.099160	1624	.195429
8	1983	.000974	1954	.004875	1940	.009615	1918	.024824	1900	.048738	1878	.099056	1852	.196819
9	2220	.000945	2188	.004992	2173	.009860	2150	.024975	2131	.048783	2108	.098143	2080	.197193
10	2455	.000990	2422	.004980	2406	.009890	2382	.024765	2361	.049860	2337	.099274	2308	.196847
11	2691	.000954	2656	.004876	2639	.009764	2614	.024301	2592	.048960	2566	.099767	2535	.199927
12	2925	.000994	2889	.004905	2871	.009889	2845	.024444	2822	.049204	2795	.099774	2763	.198493
13	3160	.000966	3122	.004867	3103	.009897	3076	.024383	3052	.049146	3024	.099407	2991	.196791
14	3394	.000968	3354	.004961	3335	.009814	3306	.024897	3282	.048851	3253	.098750	3218	.198379
15	3627	.000999	3587	.004824	3566	.009986	3537	.024521	3511	.049615	3481	.099992	3445	.199575
16	3861	.000975	3818	.004997	3798	.009762	3767	.024734	3741	.048938	3710	.098849	3673	.197163
17	4094	.000981	4050	.004957	4029	.009798	3997	.024826	3970	.049314	3938	.099565	3900	.197854
18	4327	.000978	4282	.004887	4260	.009780	4227	.024815	4199	.049527	4167	.098112	4127	.198309
19	4560	.000967	4513	.004950	4491	.009715	4457	.024717	4428	.049601	4395	.098455	4354	.198565
20	4792	.000985	4744	.004984	4721	.009892	4687	.024548	4657	.049557	4623	.098629	4581	.198649
21	5024	.000995	4975	.004994	4952	.009748	4916	.024917	4886	.049412	4851	.098659	4808	.198587
22	5256	.000999	5206	.004981	5182	.009843	5146	.024618	5115	.049180	5079	.098563	5035	.198398
23	5488	.000998	5437	.004950	5412	.009903	5375	.024849	5343	.049883	5307	.098359	5262	.198099
24	5720	.000992	5668	.004903	5642	.009931	5605	.024455	5572	.049486	5534	.099738	5489	.197704
25	5952	.000981	5898	.004979	5872	.009931	5834	.024577	5801	.049037	5762	.099319	5715	.199852
26	6183	.000998	6129	.004902	6102	.009907	6063	.024650	6029	.049486	5990	.098830	5942	.199247
27	6415	.000979	6359	.004947	6332	.009861	6292	.024678	6257	.049859	6217	.099864	6169	.198580
28	6646	.000988	6589	.004977	6562	.009796	6521	.024667	6486	.049244	6445	.099226	6396	.197860
29	6877	.000994	6819	.004994	6791	.009947	6750	.024620	6714	.049497	6673	.098543	6622	.199530
30	7108	.000996	7049	.005000	7021	.009845	6979	.024542	6942	.049693	6900	.099318	6849	.198675
31	7339	.000995	7279	.004995	7250	.009955	7207	.024928	7170	.049836	7128	.098530	7076	.197786
32	7570	.000991	7509	.004980	7480	.009823	7436	.024786	7398	.049932	7355	.099163	7302	.199186
33	7801	.000985	7739	.004957	7709	.009899	7665	.024621	7626	.049984	7582	.099725	7529	.198200
34	8032	.000977	7969	.004927	7938	.009959	7893	.024907	7854	.049995	7810	.098805	7755	.199444
35	8262	.000993	8199	.004889	8168	.009792	8122	.024695	8082	.049971	8037	.099257	7982	.198380
36	8493	.000981	8428	.004958	8397	.009825	8350	.024924	8310	.049912	8264	.099652	8208	.199490
37	8723	.000993	8658	.004906	8626	.009846	8579	.024673	8538	.049823	8491	.099994	8435	.198363
38	8954	.000977	8887	.004960	8855	.009855	8807	.024854	8766	.049706	8719	.098947	8661	.199357

Table [k= 9] (cont.)

n	$\alpha = .001$		$\alpha = .005$		$\alpha = .01$		$\alpha = .025$		$\alpha = .05$		$\alpha = .1$		$\alpha = .2$	
	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)
39	9184	.000985	9117	.004896	9084	.009854	9036	.024572	8994	.049564	8946	.099210	8888	.198180
40	9414	.000991	9346	.004936	9313	.009842	9264	.024711	9222	.049398	9173	.099430	9114	.199072
41	9644	.000995	9575	.004969	9542	.009821	9492	.024830	9449	.049966	9400	.099610	9340	.199909
42	9874	.000998	9804	.004995	9770	.009985	9720	.024929	9677	.049748	9627	.099753	9567	.198659
43	10104	.000999	10034	.004912	9999	.009945	9949	.024591	9905	.049511	9854	.099862	9793	.199412
44	10334	.000998	10263	.004928	10228	.009897	10177	.024659	10132	.049988	10081	.099937	10020	.198135
45	10564	.000997	10492	.004940	10457	.009843	10405	.024710	10360	.049710	10308	.099983	10246	.198815
46	10794	.000994	10721	.004946	10685	.009967	10633	.024747	10588	.049417	10536	.098785	10472	.199452
47	11024	.000990	10950	.004948	10914	.009898	10861	.024770	10815	.049818	10762	.099991	10699	.198131
48	11254	.000985	11179	.004946	11143	.009824	11089	.024779	11043	.049492	10989	.099956	10925	.198707
49	11484	.000978	11408	.004939	11371	.009924	11317	.024776	11270	.049847	11216	.099898	11151	.199247
50	11713	.000994	11637	.004929	11600	.009838	11545	.024761	11498	.049491	11443	.099819	11377	.199753
51	11943	.000985	11866	.004916	11828	.009923	11773	.024735	11725	.049805	11670	.099718	11604	.198383
52	12172	.000998	12094	.004993	12057	.009827	12001	.024699	11953	.049425	11897	.099598	11830	.198841
53	12402	.000988	12323	.004972	12285	.009899	12229	.024653	12180	.049701	12124	.099460	12056	.199269
54	12631	.000999	12552	.004949	12513	.009964	12456	.024972	12407	.049958	12351	.099306	12282	.199669
55	12861	.000987	12781	.004922	12742	.009854	12684	.024904	12635	.049542	12578	.099135	12509	.198268
56	13090	.000996	13009	.004984	12970	.009908	12912	.024828	12862	.049767	12805	.098949	12735	.198629
57	13320	.000983	13238	.004952	13198	.009956	13140	.024745	13089	.049976	13031	.099839	12961	.198966
58	13549	.000990	13467	.004917	13426	.009999	13368	.024654	13317	.049530	13258	.099615	13187	.199280
59	13778	.000996	13695	.004969	13655	.009873	13595	.024914	13544	.049711	13485	.099378	13413	.199571
60	14008	.000981	13924	.004929	13883	.009907	13823	.024807	13771	.049878	13712	.099129	13639	.199840
61	14237	.000986	14152	.004975	14111	.009936	14051	.024694	13999	.049409	13938	.099925	13866	.198404
62	14466	.000990	14381	.004931	14339	.009960	14278	.024924	14226	.049552	14165	.099645	14092	.198646
63	14695	.000993	14609	.004971	14567	.009980	14506	.024796	14453	.049681	14392	.099355	14318	.198869
64	14924	.000995	14838	.004923	14795	.009996	14734	.024664	14680	.049798	14619	.099057	14544	.199074
65	15153	.000997	15066	.004958	15024	.009852	14961	.024867	14907	.049904	14845	.099772	14770	.199262
66	15382	.000998	15294	.004990	15252	.009861	15189	.024723	15134	.049997	15072	.099447	14996	.199433
67	15611	.000999	15523	.004936	15480	.009866	15416	.024909	15362	.049487	15299	.099115	15222	.199588
68	15840	.000999	15751	.004964	15708	.009868	15644	.024754	15589	.049564	15525	.099775	15448	.199729
69	16069	.000998	15979	.004989	15936	.009867	15871	.024925	15816	.049629	15752	.099421	15674	.199854
70	16298	.000997	16208	.004931	16164	.009862	16099	.024759	16043	.049686	15979	.099061	15900	.199965
71	16527	.000996	16436	.004952	16392	.009854	16326	.024917	16270	.049733	16205	.099672	16127	.198501
72	16756	.000993	16664	.004971	16619	.009991	16554	.024742	16497	.049770	16432	.099292	16353	.198597
73	16985	.000991	16892	.004988	16847	.009976	16781	.024886	16724	.049800	16658	.099873	16579	.198679
74	17214	.000988	17121	.004925	17075	.009959	17009	.024703	16951	.049821	16885	.099475	16805	.198750
75	17443	.000984	17349	.004938	17303	.009939	17236	.024835	17178	.049834	17112	.099074	17031	.198810

Table [k=10]

n	$\alpha = .001$		$\alpha = .005$		$\alpha = .01$		$\alpha = .025$		$\alpha = .05$		$\alpha = .1$		$\alpha = .2$	
	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)
2	718	.000906	702	.004900	694	.009718	682	.023448	670	.049052	657	.095655	640	.193000
3	1049	.000960	1028	.004872	1017	.009982	1001	.024758	987	.048883	970	.098514	949	.198290
4	1375	.000986	1350	.004874	1337	.009940	1318	.024819	1302	.048285	1282	.098279	1258	.196565
5	1699	.000941	1670	.004772	1655	.009848	1634	.024139	1615	.048747	1593	.097800	1566	.196495
6	2020	.000953	1987	.004980	1971	.009979	1948	.024254	1927	.049079	1903	.097948	1873	.198429
7	2339	.000983	2304	.004892	2287	.009663	2261	.024398	2238	.049676	2212	.099030	2180	.198580
8	2657	.000998	2620	.004819	2601	.009778	2573	.024718	2549	.049373	2521	.098900	2487	.197605
9	2975	.000969	2934	.004966	2914	.009969	2885	.024568	2859	.049730	2830	.097965	2793	.199256
10	3291	.000990	3248	.004982	3227	.009951	3196	.024769	3169	.049549	3138	.098475	3100	.196858
11	3607	.000983	3562	.004904	3540	.009782	3507	.024672	3479	.048981	3446	.098403	3406	.197175
12	3922	.000990	3875	.004910	3852	.009784	3817	.024971	3788	.049205	3753	.099730	3711	.199924
13	4237	.000978	4187	.005000	4163	.009952	4128	.024460	4097	.049128	4061	.098812	4017	.199256
14	4551	.000985	4500	.004885	4475	.009755	4437	.024962	4405	.049815	4368	.099343	4323	.198307
15	4865	.000978	4812	.004869	4785	.009998	4747	.024735	4714	.049278	4675	.099562	4628	.199752
16	5178	.000991	5123	.004944	5096	.009912	5056	.024932	5022	.049528	4982	.099526	4934	.198317
17	5491	.000992	5434	.004979	5407	.009774	5366	.024492	5330	.049603	5289	.099280	5239	.199206
18	5804	.000985	5745	.004980	5717	.009818	5674	.024982	5638	.049530	5596	.098861	5544	.199850
19	6116	.000998	6056	.004952	6027	.009814	5983	.024871	5946	.049335	5902	.099754	5850	.197956
20	6429	.000976	6367	.004901	6336	.009984	6292	.024688	6253	.049872	6209	.099028	6155	.198267
21	6741	.000975	6677	.004943	6646	.009896	6600	.024908	6561	.049461	6515	.099589	6460	.198420
22	7052	.000994	6987	.004963	6955	.009984	6909	.024601	6868	.049774	6822	.098645	6765	.198436
23	7364	.000982	7297	.004963	7265	.009834	7217	.024692	7175	.049989	7128	.098953	7070	.198333
24	7675	.000990	7607	.004945	7574	.009860	7525	.024726	7483	.049350	7434	.099145	7375	.198126
25	7986	.000993	7917	.004913	7883	.009858	7833	.024709	7790	.049414	7740	.099234	7679	.199855
26	8297	.000993	8226	.004969	8192	.009832	8141	.024649	8097	.049410	8046	.099231	7984	.199435
27	8608	.000988	8536	.004909	8500	.009970	8448	.024958	8404	.049344	8352	.099148	8289	.198946
28	8919	.000980	8845	.004938	8809	.009899	8756	.024814	8710	.049930	8658	.098992	8594	.198397
29	9229	.000991	9154	.004954	9117	.009992	9064	.024641	9017	.049747	8963	.099952	8898	.199676
30	9539	.001000	9463	.004958	9426	.009885	9371	.024827	9324	.049521	9269	.099652	9203	.198991
31	9850	.000983	9772	.004952	9734	.009940	9678	.024976	9630	.049929	9575	.099301	9508	.198265
32	10160	.000985	10081	.004936	10042	.009977	9986	.024715	9937	.049618	9881	.098905	9812	.199294
33	10470	.000985	10390	.004912	10350	.009997	10293	.024804	10243	.049929	10186	.099573	10117	.198470
34	10780	.000982	10698	.004971	10659	.009837	10600	.024865	10550	.049549	10492	.099080	10421	.199357
35	11089	.000998	11007	.004931	10966	.009995	10907	.024900	10856	.049777	10797	.099628	10726	.198454
36	11399	.000991	11315	.004972	11274	.009975	11214	.024910	11162	.049965	11103	.099056	11030	.199219
37	11709	.000983	11624	.004918	11582	.009944	11521	.024898	11469	.049499	11408	.099502	11334	.199920
38	12018	.000992	11932	.004944	11890	.009902	11828	.024866	11775	.049623	11713	.099897	11639	.198911

Table [k=10] (cont.)

n	$\alpha = .001$		$\alpha = .005$		$\alpha = .01$		$\alpha = .025$		$\alpha = .05$		$\alpha = .1$		$\alpha = .2$	
	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)
39	12327	.001000	12240	.004963	12198	.009851	12135	.024815	12081	.049714	12019	.099223	11943	.199515
40	12637	.000986	12548	.004976	12505	.009944	12442	.024747	12387	.049776	12324	.099537	12248	.198462
41	12946	.000990	12856	.004982	12813	.009874	12748	.024995	12693	.049810	12629	.099808	12552	.198981
42	13255	.000992	13164	.004983	13120	.009946	13055	.024891	12999	.049818	12935	.099059	12856	.199455
43	13564	.000993	13472	.004979	13428	.009860	13362	.024775	13305	.049802	13240	.099264	13160	.199885
44	13873	.000992	13780	.004969	13735	.009913	13668	.024965	13611	.049764	13545	.099436	13465	.198742
45	14182	.000990	14088	.004955	14042	.009958	13975	.024821	13917	.049706	13850	.099575	13769	.199109
46	14491	.000987	14396	.004937	14349	.009993	14281	.024978	14223	.049628	14155	.099684	14073	.199439
47	14800	.000983	14703	.004992	14657	.009880	14588	.024809	14529	.049532	14460	.099764	14377	.199735
48	15108	.000995	15011	.004965	14964	.009901	14894	.024937	14834	.049959	14765	.099818	14681	.199998
49	15417	.000988	15319	.004935	15271	.009916	15201	.024747	15140	.049824	15070	.099846	14986	.198779
50	15725	.000998	15626	.004976	15578	.009924	15507	.024849	15446	.049674	15375	.099850	15290	.198997
51	16034	.000989	15934	.004938	15885	.009925	15813	.024938	15752	.049511	15680	.099832	15594	.199188
52	16342	.000997	16241	.004971	16192	.009921	16120	.024720	16057	.049854	15985	.099794	15898	.199352
53	16651	.000986	16549	.004928	16499	.009911	16426	.024787	16363	.049660	16290	.099735	16202	.199492
54	16959	.000992	16856	.004953	16806	.009895	16732	.024842	16668	.049965	16595	.099658	16506	.199608
55	17267	.000996	17163	.004975	17113	.009875	17038	.024887	16974	.049745	16900	.099563	16810	.199703
56	17575	.001000	17470	.004994	17419	.009979	17344	.024922	17280	.049515	17205	.099451	17114	.199776
57	17884	.000986	17778	.004940	17726	.009949	17650	.024947	17585	.049771	17510	.099324	17418	.199830
58	18192	.000988	18085	.004952	18033	.009914	17956	.024963	17891	.049519	17815	.099182	17722	.199865
59	18500	.000990	18392	.004962	18340	.009875	18262	.024970	18196	.049745	18119	.099854	18026	.199882
60	18808	.000990	18699	.004969	18646	.009957	18568	.024969	18501	.049956	18424	.099677	18330	.199881
61	19116	.000990	19006	.004973	18953	.009910	18874	.024960	18807	.049673	18729	.099488	18634	.199865
62	19424	.000989	19313	.004975	19259	.009982	19180	.024943	19112	.049858	19034	.099287	18938	.199833
63	19732	.000987	19620	.004974	19566	.009927	19486	.024919	19418	.049558	19338	.099877	19242	.199787
64	20040	.000985	19927	.004971	19872	.009991	19792	.024889	19723	.049719	19643	.099647	19546	.199727
65	20347	.000997	20234	.004966	20179	.009929	20098	.024852	20028	.049868	19948	.099407	19850	.199653
66	20655	.000993	20541	.004958	20485	.009984	20404	.024809	20334	.049544	20252	.099942	20154	.199567
67	20963	.000989	20848	.004949	20792	.009916	20710	.024760	20639	.049672	20557	.099678	20458	.199468
68	21270	.000999	21155	.004937	21098	.009963	21015	.024963	20944	.049789	20862	.099406	20762	.199358
69	21578	.000994	21461	.004987	21405	.009890	21321	.024901	21249	.049895	21166	.099892	21066	.199237
70	21886	.000988	21768	.004972	21711	.009929	21627	.024834	21554	.049991	21471	.099598	21370	.199106
71	22193	.000997	22075	.004955	22017	.009966	21933	.024762	21860	.049633	21776	.099297	21674	.198965
72	22501	.000990	22381	.004998	22323	.009999	22258	.024936	22165	.049712	22080	.099739	21978	.198814
73	22808	.000997	22688	.004977	22630	.009915	22544	.024853	22470	.049783	22385	.099420	22281	.199842
74	23116	.000990	22995	.004955	22936	.009942	22850	.024767	22775	.049844	22689	.099834	22585	.199665
75	23423	.000996	23301	.004992	23242	.009965	23155	.024921	23080	.049897	22994	.099498	22889	.199479

Table [k=11]

n	$\alpha = .001$		$\alpha = .005$		$\alpha = .01$		$\alpha = .025$		$\alpha = .05$		$\alpha = .1$		$\alpha = .2$	
	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)
2	935	.000989	915	.004924	905	.009566	889	.023899	874	.049194	857	.097637	835	.198816
3	1368	.000941	1341	.004787	1327	.009792	1306	.024967	1288	.049603	1267	.098101	1240	.199611
4	1794	.000947	1761	.004936	1745	.009820	1721	.024417	1700	.048621	1675	.097990	1644	.198635
5	2216	.000959	2179	.004845	2160	.009950	2133	.024601	2109	.049425	2081	.099246	2047	.198219
6	2635	.000983	2594	.004924	2574	.009767	2544	.024356	2517	.049720	2487	.098224	2449	.199023
7	3053	.000966	3008	.004893	2986	.009784	2953	.024670	2924	.049991	2891	.099718	2851	.198212
8	3469	.000967	3420	.004979	3397	.009764	3361	.024982	3331	.049406	3295	.099944	3252	.199226
9	3883	.000992	3832	.004909	3807	.009767	3769	.024823	3737	.049253	3699	.099318	3653	.199265
10	4297	.000982	4243	.004866	4216	.009826	4176	.024877	4142	.049554	4102	.099697	4054	.198618
11	4710	.000977	4652	.004990	4624	.009962	4583	.024647	4547	.049420	4505	.099505	4454	.199893
12	5122	.000978	5062	.004904	5032	.009959	4989	.024696	4951	.049818	4908	.098887	4855	.198282
13	5533	.000989	5470	.004994	5440	.009851	5395	.024548	5355	.049899	5310	.099340	5255	.198632
14	5944	.000983	5879	.004911	5847	.009867	5800	.024694	5759	.049732	5712	.099440	5655	.198622
15	6354	.000990	6287	.004894	6254	.009804	6205	.024689	6163	.049367	6114	.099257	6055	.198325
16	6764	.000984	6694	.004943	6660	.009869	6609	.024981	6566	.049583	6516	.098845	6454	.199799
17	7173	.000992	7101	.004952	7066	.009871	7014	.024736	6969	.049625	6917	.099465	6854	.199016
18	7582	.000991	7508	.004929	7472	.009820	7418	.024806	7372	.049523	7318	.099862	7253	.199974
19	7991	.000982	7914	.004974	7877	.009900	7822	.024785	7774	.049978	7720	.098914	7653	.198862
20	8399	.000988	8320	.004992	8282	.009935	8226	.024688	8177	.049631	8121	.098988	8052	.199444
21	8807	.000987	8726	.004985	8687	.009929	8629	.024892	8579	.049846	8522	.098922	8451	.199855
22	9215	.000980	9132	.004958	9092	.009889	9033	.024664	8981	.049956	8922	.099807	8851	.198406
23	9622	.000988	9538	.004913	9496	.009979	9436	.024739	9383	.049976	9323	.099490	9250	.198575
24	10029	.000991	9943	.004938	9901	.009879	9839	.024757	9785	.049916	9724	.099084	9649	.198629
25	10436	.000990	10348	.004946	10305	.009911	10242	.024725	10187	.049786	10124	.099604	10048	.198581
26	10843	.000984	10753	.004938	10709	.009916	10644	.024980	10589	.049596	10525	.099030	10447	.198442
27	11249	.000994	11157	.004998	11113	.009899	11047	.024859	10990	.049921	10925	.099363	10845	.199767
28	11655	.000999	11562	.004963	11517	.009862	11450	.024704	11392	.049617	11325	.099610	11244	.199448
29	12062	.000983	11966	.004996	11920	.009948	11852	.024831	11793	.049820	11725	.099777	11643	.199067
30	12467	.001000	12371	.004940	12324	.009874	12254	.024919	12194	.049968	12125	.099874	12042	.198631
31	12873	.000996	12775	.004950	12727	.009922	12656	.024974	12596	.049532	12525	.099906	12440	.199586
32	13279	.000989	13179	.004951	13130	.009953	13058	.024997	12997	.049589	12925	.099879	12839	.199032
33	13684	.000997	13583	.004943	13533	.009968	13460	.024992	13398	.049605	13325	.099799	13237	.199836
34	14090	.000986	13986	.004998	13936	.009969	13862	.024961	13799	.049581	13725	.099671	13636	.199185
35	14495	.000989	14390	.004973	14339	.009956	14264	.024907	14200	.049523	14125	.099499	14034	.199861
36	14900	.000990	14794	.004941	14742	.009931	14666	.024831	14600	.049924	14525	.099287	14433	.199132
37	15305	.000989	15197	.004971	15145	.009894	15068	.024735	15001	.049796	14924	.099865	14831	.199699
38	15710	.000986	15600	.004993	15547	.009972	15469	.024893	15402	.049641	15324	.099571	15230	.198905

Table [k=11] (cont.)

n	$\alpha = .001$		$\alpha = .005$		$\alpha = .01$		$\alpha = .025$		$\alpha = .05$		$\alpha = .1$		$\alpha = .2$	
	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)
39	16114	.000997	16004	.004942	15950	.009915	15871	.024759	15802	.049935	15724	.099246	15628	.199378
40	16519	.000991	16407	.004952	16352	.009970	16272	.024875	16203	.049725	16123	.099689	16026	.199801
41	16923	.000998	16810	.004956	16755	.009894	16673	.024971	16603	.049958	16523	.099300	16425	.198923
42	17328	.000988	17213	.004954	17157	.009929	17075	.024788	17004	.049702	16922	.099664	16823	.199270
43	17732	.000992	17616	.004947	17559	.009955	17476	.024850	17404	.049881	17321	.099989	17221	.199576
44	18136	.000995	18018	.004998	17961	.009972	17877	.024895	17805	.049587	17721	.099516	17619	.199845
45	18540	.000996	18421	.004981	18363	.009980	18278	.024924	18205	.049718	18120	.099776	18018	.198880
46	18944	.000996	18824	.004960	18765	.009981	18679	.024939	18605	.049827	18520	.099261	18416	.199091
47	19348	.000995	19226	.004996	19167	.009974	19080	.024939	19005	.049913	18919	.099465	18814	.199270
48	19752	.000992	19629	.004966	19569	.009961	19481	.024927	19405	.049978	19318	.099640	19212	.199419
49	20156	.000989	20031	.004993	19971	.009941	19882	.024903	19806	.049601	19717	.099787	19610	.199540
50	20559	.000998	20434	.004956	20373	.009915	20283	.024868	20206	.049632	20116	.099908	20008	.199634
51	20963	.000992	20836	.004975	20774	.009991	20684	.024822	20606	.049646	20516	.099299	20406	.199703
52	21366	.000999	21238	.004990	21176	.009953	21084	.024999	21006	.049644	20915	.099378	20804	.199749
53	21770	.000991	21641	.004944	21578	.009910	21485	.024931	21406	.049626	21314	.099436	21202	.199772
54	22173	.000996	22043	.004952	21979	.009967	21886	.024854	21805	.049997	21713	.099473	21600	.199774
55	22577	.000987	22445	.004956	22381	.009914	22286	.024996	22205	.049947	22112	.099490	21998	.199755
56	22980	.000990	22847	.004958	22782	.009960	22687	.024901	22605	.049884	22511	.099488	22396	.199718
57	23383	.000993	23249	.004956	23183	.009999	23088	.024799	23005	.049809	22910	.099469	22794	.199663
58	23786	.000994	23651	.004952	23585	.009933	23488	.024910	23405	.049722	23309	.099432	23192	.199591
59	24189	.000994	24052	.004999	23986	.009963	23889	.024792	23805	.049624	23708	.099380	23590	.199503
60	24592	.000994	24454	.004989	24387	.009988	24289	.024885	24204	.049898	24106	.099963	23988	.199400
61	24995	.000993	24856	.004977	24789	.009910	24689	.024968	24604	.049777	24505	.099876	24386	.199282
62	25398	.000992	25258	.004962	25190	.009926	25090	.024830	25004	.049646	24904	.099775	24784	.199151
63	25801	.000990	25659	.004998	25591	.009939	25490	.024897	25403	.049879	25303	.099662	25182	.199006
64	26203	.000999	26061	.004978	25992	.009947	25890	.024956	25803	.049729	25702	.099536	25579	.199853
65	26606	.000995	26463	.004957	26393	.009951	26291	.024800	26202	.049937	26101	.099399	25977	.199676
66	27009	.000991	26864	.004985	26794	.009952	26691	.024845	26602	.049768	26499	.099870	26375	.199489
67	27411	.000998	27266	.004960	27195	.009949	27091	.024884	27001	.049953	26898	.099706	26773	.199290
68	27814	.000993	27667	.004983	27596	.009943	27491	.024915	27401	.049768	27297	.099533	27171	.199082
69	28216	.000999	28069	.004954	27997	.009933	27891	.024940	27800	.049932	27695	.099956	27568	.199831
70	28619	.000993	28470	.004973	28398	.009921	28291	.024958	28200	.049731	28094	.099759	27966	.199596
71	29021	.000998	28871	.004990	28798	.009996	28691	.024971	28599	.049876	28493	.099554	28364	.199354
72	29424	.000990	29273	.004956	29199	.009977	29091	.024977	28999	.049662	28891	.099934	28762	.199103
73	29826	.000994	29674	.004970	29600	.009955	29491	.024978	29398	.049789	29290	.099709	29159	.199784
74	30228	.000997	30075	.004981	30001	.009930	29891	.024974	29797	.049906	29689	.099476	29557	.199511
75	30630	.001000	30476	.004990	30401	.009992	30291	.024964	30197	.049672	30087	.099818	29955	.199232

Table [k=12]

n	$\alpha = .001$		$\alpha = .005$		$\alpha = .01$		$\alpha = .025$		$\alpha = .05$		$\alpha = .1$		$\alpha = .2$	
	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)
2	1193	.000937	1167	.004882	1154	.009689	1134	.024109	1116	.048322	1094	.098680	1067	.199184
3	1744	.000984	1710	.004980	1693	.009946	1668	.024324	1645	.049339	1618	.099829	1586	.196857
4	2288	.000985	2248	.004865	2228	.009704	2197	.024940	2171	.049402	2140	.099244	2102	.199233
5	2827	.000998	2781	.004975	2758	.009997	2724	.024957	2695	.049170	2660	.099280	2618	.197843
6	3363	.000999	3312	.004974	3287	.009886	3250	.024447	3217	.049364	3179	.098917	3132	.199846
7	3897	.000987	3841	.004977	3814	.009850	3773	.024812	3738	.049329	3697	.098700	3647	.197611
8	4429	.000980	4369	.004913	4339	.009955	4296	.024567	4258	.049328	4214	.098875	4160	.199120
9	4959	.000985	4895	.004940	4864	.009809	4817	.024830	4777	.049496	4730	.099556	4673	.199597
10	5488	.000983	5420	.004958	5387	.009888	5338	.024724	5295	.049904	5246	.099508	5186	.199341
11	6016	.000978	5944	.004985	5909	.009996	5858	.024763	5813	.049866	5762	.098932	5699	.198554
12	6542	.000999	6468	.004933	6431	.009968	6377	.024961	6331	.049494	6277	.099133	6211	.199239
13	7068	.000999	6991	.004916	6953	.009837	6896	.024950	6848	.049533	6792	.098945	6723	.199479
14	7594	.000984	7513	.004936	7473	.009958	7415	.024775	7364	.049966	7306	.099534	7235	.199368
15	8118	.000997	8034	.004995	7993	.009993	7933	.024821	7881	.049540	7820	.099808	7747	.198977
16	8642	.000998	8556	.004924	8513	.009958	8451	.024740	8397	.049558	8334	.099822	8258	.199978
17	9166	.000989	9076	.004985	9033	.009865	8968	.024883	8912	.049995	8848	.099623	8770	.199125
18	9689	.000990	9597	.004932	9552	.009872	9485	.024922	9428	.049698	9362	.099248	9281	.199651
19	10212	.000982	10117	.004930	10070	.009973	10002	.024871	9943	.049840	9875	.099656	9792	.199973
20	10734	.000986	10636	.004978	10589	.009888	10519	.024746	10458	.049859	10388	.099892	10304	.198672
21	11255	.001000	11156	.004927	11107	.009904	11035	.024853	10973	.049774	10901	.099980	10815	.198704
22	11777	.000990	11675	.004930	11625	.009884	11551	.024890	11488	.049599	11414	.099939	11325	.199986
23	12298	.000992	12193	.004983	12142	.009964	12067	.024868	12002	.049844	11927	.099787	11836	.199741
24	12819	.000989	12712	.004948	12660	.009884	12583	.024794	12517	.049513	12440	.099537	12347	.199399
25	13339	.000998	13230	.004966	13177	.009905	13098	.024945	13031	.049601	12953	.099203	12858	.198971
26	13860	.000986	13748	.004968	13694	.009900	13614	.024779	13545	.049618	13465	.099590	13368	.199737
27	14380	.000987	14266	.004956	14210	.009992	14129	.024839	14059	.049574	13977	.099882	13879	.199144
28	14899	.000998	14783	.004996	14727	.009943	14644	.024858	14572	.049925	14490	.099319	14389	.199716
29	15419	.000991	15301	.004960	15243	.009991	15159	.024840	15086	.049767	15002	.099460	14900	.198993
30	15938	.000996	15818	.004976	15760	.009906	15674	.024789	15600	.049565	15514	.099531	15410	.199407
31	16457	.000997	16335	.004981	16276	.009918	16188	.024952	16113	.049753	16026	.099538	15920	.199745
32	16976	.000996	16852	.004976	16792	.009913	16703	.024840	16626	.049891	16538	.099487	16431	.198866
33	17495	.000992	17369	.004962	17308	.009894	17217	.024941	17139	.049984	17050	.099384	16941	.199085
34	18013	.001000	17885	.004998	17823	.009967	17732	.024780	17653	.049626	17561	.099930	17451	.199244
35	18532	.000992	18402	.004968	18339	.009920	18246	.024828	18166	.049646	18073	.099725	17961	.199349
36	19050	.000995	18918	.004987	18854	.009966	18760	.024852	18679	.049631	18585	.099481	18471	.199404
37	19568	.000995	19434	.004999	19369	.009998	19274	.024853	19191	.049977	19096	.099869	18981	.199412
38	20086	.000994	19951	.004949	19885	.009917	19788	.024834	19704	.049896	19608	.099547	19491	.199378

Table [k=12] (cont.)

n	$\alpha = .001$		$\alpha = .005$		$\alpha = .01$		$\alpha = .025$		$\alpha = .05$		$\alpha = .1$		$\alpha = .2$	
	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)	l	p(l)
39	20604	.000991	20467	.004947	20400	.009927	20302	.024795	20217	.049788	20119	.099846	20001	.199304
40	21121	.000999	20982	.004993	20915	.009927	20815	.024953	20730	.049656	20631	.099459	20511	.199194
41	21639	.000993	21498	.004980	21430	.009917	21329	.024878	21242	.049873	21142	.099680	21021	.199051
42	22156	.000998	22014	.004961	21944	.009994	21842	.024997	21755	.049692	21653	.099864	21530	.199876
43	22674	.000989	22529	.004988	22459	.009966	22356	.024890	22267	.049855	22165	.099392	22040	.199661
44	23191	.000990	23045	.004960	22974	.009930	22869	.024975	22779	.049992	22676	.099513	22550	.199419
45	23708	.000991	23560	.004977	23488	.009979	23383	.024841	23292	.049748	23187	.099603	23060	.199153
46	24225	.000990	24075	.004989	24003	.009928	23896	.024896	23804	.049841	23698	.099664	23569	.199819
47	24741	.000999	24590	.004997	24517	.009961	24409	.024936	24316	.049913	24209	.099697	24079	.199498
48	25258	.000995	25106	.004952	25031	.009987	24922	.024963	24828	.049964	24720	.099704	24589	.199158
49	25775	.000991	25620	.004999	25546	.009917	25435	.024976	25340	.049995	25231	.099687	25098	.199725
50	26291	.000996	26135	.004995	26060	.009930	25948	.024978	25853	.049671	25742	.099647	25608	.199340
51	26808	.000990	26650	.004986	26574	.009936	26461	.024968	26365	.049670	26253	.099586	26117	.199847
52	27324	.000993	27165	.004975	27088	.009936	26974	.024948	26876	.049985	26764	.099504	26627	.199423
53	27840	.000995	27680	.004960	27602	.009930	27487	.024917	27388	.049950	27274	.099962	27136	.199876
54	28356	.000997	28194	.004988	28116	.009919	28000	.024877	27900	.049901	27785	.099838	27646	.199417
55	28872	.000997	28709	.004967	28629	.009987	28513	.024828	28412	.049839	28296	.099698	28155	.199821
56	29388	.000997	29223	.004988	29143	.009965	29025	.024951	28924	.049763	28807	.099541	28665	.199332
57	29904	.000995	29738	.004961	29657	.009939	29538	.024884	29435	.049993	29317	.099908	29174	.199692
58	30420	.000993	30252	.004976	30170	.009990	30050	.024987	29947	.049891	29828	.099718	29684	.199177
59	30936	.000991	30766	.004988	30684	.009954	30563	.024904	30459	.049778	30339	.099515	30193	.199496
60	31451	.000997	31280	.004997	31197	.009995	31075	.024988	30970	.049964	30849	.099823	30702	.199794
61	31967	.000993	31795	.004960	31711	.009952	31588	.024890	31482	.049830	31360	.099591	31212	.199241
62	32482	.000998	32309	.004964	32224	.009984	32100	.024958	31993	.049989	31870	.099863	31721	.199504
63	32998	.000993	32823	.004966	32738	.009933	32613	.024847	32505	.049834	32381	.099605	32230	.199748
64	33513	.000997	33337	.004965	33251	.009956	33125	.024899	33016	.049970	32891	.099845	32739	.199973
65	34028	.001000	33851	.004962	33764	.009976	33637	.024944	33528	.049797	33402	.099563	33249	.199376
66	34544	.000992	34364	.004998	34277	.009991	34149	.024981	34039	.049910	33912	.099773	33758	.199573
67	35059	.000994	34878	.004990	34791	.009927	34662	.024846	34551	.049721	34422	.099967	34267	.199754
68	35574	.000995	35392	.004981	35304	.009936	35174	.024871	35062	.049814	34933	.099652	34776	.199918
69	36089	.000996	35906	.004970	35817	.009941	35686	.024889	35573	.049897	35443	.099820	35286	.199287
70	36604	.000996	36419	.004997	36330	.009943	36198	.024901	36084	.049970	35953	.099973	35795	.199428
71	37119	.000996	36933	.004981	36843	.009942	36710	.024907	36596	.049750	36464	.099631	36304	.199555
72	37634	.000995	37447	.004965	37356	.009937	37222	.024908	37107	.049806	36974	.099761	36813	.199669
73	38149	.000993	37960	.004986	37869	.009930	37734	.024902	37618	.049854	37484	.099878	37322	.199770
74	38664	.000991	38474	.004966	38381	.009992	38246	.024892	38129	.049892	37994	.099984	37831	.199858
75	39178	.000998	38987	.004983	38894	.009979	38758	.024877	38640	.049923	38505	.099609	38340	.199935

Obviously, each term of the outer sum of (1) is an increasing function of the empirical covariance between $(1, \dots, k)$, and a random permutation of itself. The null hypothesis under consideration implies that (R_{i1}, \dots, R_{ik}) is uniformly distributed over the set of all such permutations. Since PAGE's test rejects H_0 for large values of L , for any l in the range $W(L)$ of the statistic, the observed p -value is given by

$$p(l) := P(L \geq l \mid H_0). \quad (2)$$

As usual, we denote the α th-critical value of L by l_α , i. e. we define that

$$l_\alpha = \min \{ l \in W(L) \mid P(L \geq l \mid H_0) \leq \alpha \}. \quad (3)$$

The original paper by PAGE (1963) provides a table of l_α for $\alpha \in \{.001, .01, .05\}$, $k = 3(1)10$, $n = 2(1)50$. But only for a rather small subset of the range covered by this table, the tabulated critical values are obtained from the exact null distribution of L . The set of values of (k, n) for which PAGE (1963) offers exact critical values, is given by $\{(k, n) \mid k = 3, 2 \leq n \leq 20\} \cup \{(k, n) \mid 4 \leq k \leq 8, 2 \leq n \leq 12\}$. Even within this restricted range, several entries of PAGE's table give not the exact value of the respective l_α . Those parts of PAGE's table which refer to the exact null distribution of L , are reproduced in the widely used textbook by HOLLANDER and WOLFE (1973, p. 372).

For $n \leq 10$, the corrections to be made in PAGE's table can be gathered from ODEH (1977). With respect to (k, n) , ODEH's table covers the set $\{3, \dots, 8\} \times \{2, \dots, 10\}$, and α runs through the set $\{.001, .005, .01, .05, .1, .2\}$. For each (k, n, α) considered, ODEH tabulates $l_\alpha, p(l_\alpha), l_\alpha - 1, p(l_\alpha - 1)$, where the exact p -values are given to 5 decimal places. An abridged version of ODEH's table giving the l_α 's only, is present in ODEH, OWEN, BIRNBAUM, and FISHER (1977, p. 117).

Unfortunately, numerical investigations show that the n -range covered by the existent tables of the exact null distribution of L , is far too small for relying on ordinary normal approximation to $p(l)$ beyond it [cf. WELLEK (1989 a, b)]. Thus, there is a practical need to extend the tables mentioned above, as far as possible within reasonable limits of computing effort and of space necessary to display the material in print.

In Section 2, for each $k = 3(1)12$ all numerical information provided on the exact null distribution of L , is set in one 2-page table. For each k, n ranges between 2 and 75.

2. Description of Tables

Each table entry is an ordered pair of numbers. The first (integer) component of each pair is that value of L whose p -value (second component of the entry) comes closest from below to the respective nominal level α . In other words, the numbers tabulated as l are upper 100α th percentage points usually denoted by l_α [recall (3)]. For instance, from the 3rd main column of the first table [$k = 3$], we read for $n = 30$, that $l_{.01} = 379$ with $p(379) = 0.8105\%$ as the corresponding exact p -value. Throughout, the set of nominal levels covered, is given as $\{.001, .005, .01, .025, .05, .1, .2\}$ which is the same as in ODEH (1977).

It seems worth mentioning that even for $k = 10$ and n as large as 50, we see gross discrepancies between the exact critical values l_α and those given by PAGE (1963) on the basis of normal approximation to $p(l)$ [e. g., $l_\alpha = 15725$ versus an approximate critical value of 15730 for $\alpha = .001$].

All tables presented were computed by a FORTRAN version of the program described in full detail in a previous paper by the same author [WELLEK (1989 b)]. In order to protect the numerical results as far as possible from inaccuracies due to building-up of the effective roundoff error, all arithmetic operations on noninteger numbers were performed in extended precision [REAL *16]. The initial values for the convolution algorithm implement-

ed by this program, i. e. the null distributions of Spearman's sample correlation coefficient for $k = 3(1)12$, were generated by a separate routine based on the algorithm „Nexper“ to be found in NIJENHUIS and WILF (1975). Both programs were run on an IBM 9370 system at the Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation, University of Mainz.

References

- HOLLANDER, M., and D. A. WOLFE, 1973: Nonparametric Statistical Methods. New York: John Wiley & Sons.
- NIJENHUIS, A., and H. S. WILF, 1975: Combinatorial Algorithms. New York: Academic Press.
- ODEH, R. E., 1977: The exact distribution of Page's L-statistic in the two-way layout. *Commun. Statist. B6*, 49–61.
- ODEH, R. E., D. B. OWEN, Z. W. BIRNBAUM, and L. FISHER, 1977: Pocket Book of Statistical Tables. New York: Marcel Dekker, Inc.
- PAGE, E. B., 1963: Ordered hypotheses for multiple treatments: a significance test for linear ranks. *J. Amer. Statist. Assoc.* 58, 216–30.
- WELLEK, S., 1989 a: On the use of asymptotic expansion in computing the null distribution of Page's L-statistic. *Commun Statist. B18*, 227–35.
- WELLEK, S., 1989 b: Computing exact p-values in Page's nonparametric test against trend. *Biometrie und Informatik in Medizin und Biologie* 20, 163–170.

Anschrift des Verfassers: Dr. S. Wellek, Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation der Universität, Langenbeckstr. 1, D-6500 Mainz 1.

Varianzanalytische Anlagen mit zufälligen Besetzungszahlen – Assoziationsstrukturen zwischen Qualitativen und Quantitativen Merkmalen

H.-P. Wortha

Summary

The paper concerns observational studies in epidemiological research that may not be controlled in every situation. In many such problems both qualitative characteristics and quantitative ones are observed. The method MIVA (= mixed variates analysis) presented here can handle such problems using original data. It generalizes aspects of fixed effects analysis of variance and contingency table analysis and yields a unique system of coefficients of association (pairwise, global, multiple, partial and more complex ones) for any type of variate, especially a new dimension and a lot of interesting mixed measures of association. The method may fulfill the whole field between analysis of variance and covariance and contingency table analysis, but even may complete problems solved by GLIM.

Zusammenfassung:

Es werden Beobachtungsstudien in der epidemiologischen Forschung betrachtet, welche nicht in jedem Fall vollständig kontrollierbar sind. In vielen solchen Situationen werden sowohl qualitative als auch quantitative Merkmale beobachtet. Die Methode MIVA (= mixed variates analysis), welche hier vorgestellt wird, kann unter Ausnutzung der Originaldaten solche Probleme behandeln. Es werden Aspekte der mehrfaktoriellen Varianzanalyse mit festen Effekten und der Kontingenztafelanalyse verallgemeinert und ein einheitliches System von Zusammenhangsmaßen (paarweise, global, multipel, partiell und komplexere Typen) geliefert für jegliche Art von Zufallsgröße, insbesondere ein neues System von Kontingenzkoeffizienten für Tafel beliebiger Dimension und eine Reihe von interessanten neuen gemischten Zusammenhangsmaßen. Die Methode kann das Feld zwischen Varianzanalyse, Kovarianzanalyse und Kontingenztafelanalyse ausfüllen, aber auch Problemlösungen mit GLIM unterstützen.

Key Words:

Analysis of variance; Random subclass numbers; Observational studies; Mixed measures of association; Contingency coefficients.

1. Einführung

Ohne Beobachtungsstudien, die nur teilweise kontrolliert sind, wird die biologisch-medizinisch und sozial ausgerichtete Forschung auch in absehbarer Zukunft nicht auskommen. Zu den Besonderheiten solcher Studien gehört die Tatsache, daß auch Einflußgrößen mitunter erst im Verlauf der Studie am Objekt beobachtet werden können, eine Zuordnung von Versuchspersonen in Merkmalsklassen vor Versuchsbeginn unmöglich ist und folglich gewisse Klassen zufällig besetzt erscheinen, was oft den ursprünglichen Theorien zum Nachteil gereicht.

Die klassische Varianzanalyse, Modell I, (FISHER 1924) setzt normalverteilte, unkorrelierte und varianzhomogene Fehlerterme und letztendlich orthogonalität voraus, woraus sich all ihre Optimalitätseigenschaften ableiten.

Aber klinische und vor allen Dingen epidemiologische Studien liefern in der Regel nichtorthogonale Versuchsanlagen. Praktische Gründe dafür resultieren z. B. aus

- dem Verlust von Messwerten in ursprünglich orthogonal geplanten Anlagen, wofür eine Vielzahl von Ursachen verantwortlich sein können (siehe WORTHÄ 1988),
- der Notwendigkeit, in einer Studie gleichzeitig viele Störgrößen und Effektmodifikatoren beobachten zu müssen, was eine Orthogonalitätsplanung einfach nicht erlaubt und
- nicht zuletzt, die simultane Beobachtung von sowohl qualitativen als auch quantitativen Merkmalen in einer Studie.

Im letztgenannten Fall sind dann die beobachteten Besetzungszahlen der Meßwerte in den Zellen oder Subklassen Realisationen von Zufallsgrößen mit einer entsprechenden Verteilung. Mit anderen Worten, derartige Versuchssituationen liefern varianzanalytische Versuchsanlagen mit zufälligen Besetzungszahlen. Eine Reihe von Autoren und auch Praktikern behandeln solche Versuchsanlagen, indem sie die metrische Variable kategorisieren und Methoden der Analyse mehrdimensionaler Kontingenztafeln anwenden – immer in der Hoffnung, daß der Stichprobenumfang ausreicht und der Informationsverlust sich in Grenzen hält. Andere führen z. B. Dummy-Variable ein und wenden Regressionsmethoden an. Auch das Zerlegen des Problems in zwei Teile: eine Kontingenztafel (mit zufälligen Besetzungen) und eine (streng genommen bedingte) Varianzanalyse mit dann plötzlich festen Besetzungen wird oft mißbräuchlich angewandt. Nach wie vor besitzen aber Originaldaten den praktisch am meisten relevanten Informationsgehalt.

In den letzten Jahren wurden eine Vielzahl von Methoden entwickelt, die sich mit der Behandlung solcher „gemischter“ Situationen befassen, dabei aber auf Originaldaten zurückgreifen. Eine der bekanntesten ist die der „generalized linear models“ (NELDER/WEDDERBURN 1972), welche letztendes aus Nelders Untersuchungen zur Varianzanalyse mit verschiedenen speziellen Formen von Fehlerthermen resultiert (siehe WORTHÄ 1989 b). Eine anderer Methode ist die der „mixed interaction models“, vorgestellt von LAURITZEN und WERMUTH (1984). Im vorliegenden Artikel soll eine Methode vorgestellt werden, die den Anwender in die Lage versetzt, seinen varianzanalytischen Versuchsplan mit beobachteten Zellfrequenzen, aber auch allgemeinere „gemischte“ Anlagen auszuwerten. Wir haben die Methode der Kürze halber MIVA als Abkürzung von Mixed Variates Analysis genannt. Sie liefert Systeme von gemischten Abhängigkeitsmaßen, die dem Anwender nicht nur Aussagen zur statistischen Signifikanz der Beziehungen zwischen Merkmalen, sondern auch zur praktischen Relevanz im Sinne der Beschreibung der Stärke dieser Zusammenhänge liefert.

2. Die Methode MIVA – einige theoretische Grundlagen:

Angenommen, in einer Studie werden gleichzeitig qualitative und quantitative Merkmale beobachtet – aus welchen Gründen auch immer. Ein geeignetes Modell, welches die gemeinsame Verteilung von sowohl kontinuierlichen als auch diskreten Zufallsvariablen

beschreibt, ist die Klasse der „Simple Conditional Gaussian“ – Verteilung (SCG-distributions) aus der Exponentialfamilie. SCG-Verteilung wurden von OLKIN und TATE 1961 vorgestellt zum Zwecke der Konstruktion des sogenannten punktbiseriellen Korrelationskoeffizienten. Sie gewannen das Modell aus dem einer bivariaten Normalverteilung, indem sie eine Komponente dichotomisierten.

Die (RANDOM-NIKODYM)-Dichte dieser Verteilungsklasse hat die folgende allgemeine Form:

$$f(D, X) = \exp [G(D) + H'(D)X - 1/2 X' L X] \quad (1),$$

dabei ist

X ... ein Zufallsvektor von kontinuierlichen Variablen,
 D ... ein Zufallsvektor von diskreten Variablen,
 H(D) ... ein Vektor von reellen Parametern,
 L ... eine positiv-semidefinite, symmetrische Matrix und
 G(D) ... eine skalare Funktion von reellen Parametern.

Eine Vielzahl von Eigenschaften der SCG-Verteilung stellen z. B. LAURITZEN und WERMUTH (1984) vor.

Die Methode MIVA basiert auf den folgenden Postulaten:

- i) Gegeben sei eine Zufallsstichprobe vom festen Umfang n , in der sowohl stetige als auch diskrete Zufallsvariable enthalten sind. Einfluß-, Ziel- und Störgrößen oder Effektmodifikatoren müssen nicht zwingend fixiert sein.
- ii) Es wird die Existenz einer geeigneten „gemischten Verteilung“ vorausgesetzt – hier ist es SCG, aber andere sind möglich!
- iii) Die folgenden Typen von Unabhängigkeitshypothesen werden wie bekannt abgebildet auf eine geeignete Dichtefaktorisierung, im einfachsten Fall die Unabhängigkeitshypothese $H: X \times Y$ auf die Zerlegung $f(x, y) = f(x)f(y)$, wobei $f(x, y)$ die gemeinsame und $f(x)$ bzw. $f(y)$ die Randdichten der Merkmale X und Y sind. Für drei Merkmale M_1, M_2 und M_3 erhält man drei unterschiedliche Arten von Unabhängigkeitshypothesen, nämlich
 - $H_1: M_1 \times M_2 \times M_3$... globale Unabhängigkeit
 - $H_2: (M_1 \times M_2) / M_3$... bedingte Unabhängigkeit und
 - $H_3: M_1 M_2 \times M_3$... multiple Unabhängigkeit,
 wobei M_1, M_2 und M_3 Merkmale beliebiger Art sein können. Für den Fall von mehr als drei Merkmalen existieren Analoga.

- iv) Das zentrale Postulat ist das folgende:
 Es wird ein *allgemeines* Assoziationsmaß $d(H)$ durch die folgende Gleichung definiert:

$$(1 - d(H))^{n/2} = LQ(H) \quad (2),$$

wobei H eine beliebige Unabhängigkeitshypothese von obigem Typ und $LQ(H)$ der zugehörige Likelihood-Quotient ist. Desweiteren wird durch die Beziehung

$$2I = -2 \ln(LQ(H)) \quad (2a),$$

ein allgemeines Informationsmaß definiert.

3. Einige konkrete Resultate:

Der Kürze halber soll auf alle Herleitungen und Beweise verzichtet werden; es wird dazu auf WORTH (1988) verwiesen. Hier sollen nur die grundlegenden Ideen und Resultate vorgestellt werden. Aus Gründen einer besseren Übersichtlichkeit werden alle Ergebnisse in Abhängigkeit von der Anzahl beteiligter Merkmale dargestellt.

3.1. Zwei beobachtete Merkmale

1. Fall: Es treten nur zwei kontinuierliche Variable X und Y auf. Die einzig mögliche Unabhängigkeitshypothese ist $H: X \times Y$. Wendet man obige Postulate an, so erhält man als Spezialfall des allgemeinen Assoziationsmaßes das bekannte Bestimmtheitsmaß als Quadrat des Korrelationskoeffizienten:

$$d(H: X \times Y) = R^2(X, Y) \quad (3).$$

Dieses bekannte Ergebnis dürfte die Plausibilität obiger Postulate unterstützen.

2. Fall: Es seien nur zwei qualitative Merkmale A und B beobachtet. A möge a Stufen $A(i)$ und B b Stufen $B(j)$ haben. Diese Situation entspricht der Versuchsanlage einer axb -Kontingenztafel und obige Definition liefert einen neuen Kontingenzkoeffizienten (bzw. ein entsprechendes Bestimmtheitsmaß) durch:

$$\hat{R}^2(A, B) = 1 - \exp[-2I(A, B)/n] \quad (4),$$

wobei die Statistik $2I(A, B)$ KULLBACK's Informationsmaß für Kontingenztafel ist (GOCKHALE/KULLBACK 1978).

3. Fall: Es handelt sich um den einzigen echt gemischten Fall bei zwei beobachteten Größen. Es werde beobachtet eine qualitative Größe mit A mit Stufen $A(i)$ – wie oben – und eine stetig skalierte X . Das zentrale Postulat liefert als Assoziationsmaß den sogenannten punktmultiserialen Korrelationskoeffizienten, eine Verallgemeinerung von OLKIN und TATE's punktbiserialen Korrelationskoeffizienten, welcher unter SCG und $H: A \times X$ durch:

$$\hat{R}^2(A, X) = 1 - [SQ(A) / SQ(T)] \quad (5),$$

geschätzt werden kann, wobei $SQ(A)$ und $SQ(T)$ die bekannten Summen von quadratischen Abweichungen um die Subklassenmittel bzw. das Totalmittel in der üblichen ANOVA-Notation sind. Die Hypothese $H: A \times X$ kann unter SCG-Annahme mit einem gewöhnlichen F-Test geprüft werden, indem man die bekannte Transformation

$$F = (\hat{R}^2(A, X) / (1 - \hat{R}^2(A, X))) \times ((n - a) / (a - 1)) \quad (6)$$

anwendet. Obgleich auch dies kein neues Resultat ist (bestenfalls eine theoretische Basis für den punktmultiserialen Korrelationskoeffizienten), so stützt es doch die Vernünftigkeit der oben eingeführten Postulate. In komplexeren Fällen mit mehr als zwei Merkmalen treten fast durchweg völlige neue Maße auf.

3.2. Drei beobachtete Merkmale

1. Fall: Wenn alle Zufallsvariable kontinuierlich sind, so liefern obige Postulate das gesamte bekannte System der paarweisen, partiellen und multiplen Korrelationskoeffizienten – und zusätzlich einen neuen globalen. Dieser Fall soll hier nicht weiter diskutiert werden.

2. Fall: Wenn alle Variable diskret sind, dann entspricht der betrachtete Versuchsplan dem einer dreidimensionalen Kontingenztafel mit beobachteten Merkmalen A mit a Stufen A (i), B mit b Stufen B (j) und C mit c Stufen C (k). Die Methode liefert dann ein neues System von Kontingenzkoeffizienten – paarweise R (A, B), multiple, z. B. R (AB, C), partielle, z. B. R (A, B/C), und globale R (A, B, C). Alle diese Maße können leicht geschätzt werden durch:

$$\hat{R}^2 = 1 - \exp [-2 I/n] \quad (7),$$

wobei $2I$ KULLBACK's Informationsmaß unter der jeweiligen Hypothese ist. Die Maße können auf signifikante Abweichungen von Null mit Hilfe eines konventionellen Chi-Quadrat-Test nach geeigneter Transformation geprüft werden. Auf Grund der Allgemeinheit des Postulates in Abschnitt 2 kann dieses Konzept auf Kontingenztafeln beliebiger Dimensionen angewandt werden. Man erhält somit erstmals ein einheitliches und in sich abgeschlossenes System von Kontingenzkoeffizienten – unabhängig von der Anzahl beobachteter Merkmale. Aber auch dieses interessante „Nebenprodukt“ soll hier nicht weiter diskutiert werden. Anwendungsbeispiele findet man bei WORTHÄ (1989 a).

3. Fall: Es handelt sich um den ersten echt gemischten Fall bei drei beobachteten Merkmalen. Dieser liefert auch wieder neue Resultate. Seien A und B qualitative Merkmale mit Stufen wie in 3.1. bezeichnet und X eine metrische Größe. Der vorliegende Versuchsplan entspricht dem einer zweifaktoriellen Varianzanalyse mit zufälligen Besetzungszahlen – dem eigentlichen gedanklichen Ausgangspunkt unserer Überlegungen; es sind aber durchaus andere Versuchsanlagen denkbar – z. B. Untersuchung des Einflusses von A und X auf B oder irgendeine ungerichtete Fragestellung. Durch Anwendung obiger Definitionen gewinnt man folgendes in sich geschlossene System von gemischten Zusammenhangsmaßen:

$$i) \quad R^2(A, B, X) = 1 - (1 - R^2(A, B)) \times (1 - R^2(AB, X)) \quad (8)$$

ist ein gemischtes globales Assoziationsmaß für die Beziehung zwischen A, B und X. Es korrespondiert zur Hypothese $H: A \times B \times X$ und kann leicht geschätzt werden mit Hilfe der Schätzungen für die in Formeln (4) bzw. (9) angeführten Maße R (A, B) und R (AB, X). Die Hypothese $H: R(A, B, X) = 0$ kann mit Hilfe einer bewichteten Summe von Chi-Quadrat-Statistiken geprüft werden (vgl. WORTHÄ 1988, 1989 a).

ii) R (AB, X) ist eine spezielle neue Form von multiplen punktmultiserialen Korrelationskoeffizienten. Er beschreibt die Beziehung zwischen dem qualitativen Komplex AB und der metrischen Variablen X. Dieses Maß kann wieder mit Hilfe klassischer ANOVA-Quadratsummen geschätzt werden:

$$\hat{R}^2(AB, X) = 1 - [SQ(AB) / SQ(T)] \quad (9),$$

wobei SQ (AB) die Summe der quadratischen Abweichungen um die AB-Mittel und SQ (T) wie in (5) definiert ist. Die Hypothese $H: R(AB, X) = 0$ kann wieder mit einer F-Statistik geprüft werden, wenn man dieselbe Transformation wie in (6) benutzt:

$$F = (\hat{R}^2(AB, X) / (1 - \hat{R}^2(AB, X))) \times ((n - ab) / (ab - 1)) \quad (10).$$

$$iii) \quad R^2(AX, B) = (1 - R^2(A, B)) \times (1 - R^2(B, X/A)) \quad (11)$$

ist ein anderer neuer Typ von gemischten multiplen Assoziationsmaßen. Es mißt die Abhängigkeit der qualitativen Größe B vom gemischten Komplex AX und kann mit Hilfe

der Schätzungen für $R(A, B)$ und $R(B, X/A)$ (vgl. Formeln (4) und (13)) geschätzt werden. Die Hypothese $H: R(AX, B) = 0$ kann wieder mit Hilfe einer unendlichen Summe von bewichteten Chi-Quadraten getestet werden (vgl. WORTH 1988, 1989 a). Ein analoges multiples Maß ist $R(BX, A)$. Man vertauschte nur A und B .

iv) $R(A, B/X)$ ist ein erster neuer Typ von gemischten partiellen Maßen. Es handelt sich um eine Art von partiellen Kontingenzkoeffizienten, welcher aber bedingt ist durch eine stetige Variable. Er beschreibt die Beziehung zwischen den beiden qualitativen Größen A und B und eliminiert den möglichen Störeffekt der quantitativen Größe X . $R(A, B/X)$ muß eigentlich iterativ geschätzt werden, da die Schätzung der Parameter der vorliegenden SCG-Verteilung nichtlineare Likelihood-Gleichungen liefert. Aber praktische Resultate verknüpft mit eigenen theoretischen Überlegungen suggerierten eine recht gute Approximation (sie ist so genau, daß wir im Augenblick überzeugt sind, es sei die exakte Lösung), indem man auf alle detaillierten Parameterschätzungen verzichtet.

$$\hat{R}^2(A, B/X) = 1 - (1 - \hat{R}^2(A, B)) (1 - \hat{R}^2(A, X/B)) (1 - \hat{R}^2(B, X/A)) / (1 - \hat{R}^2(AB, X)). \quad (12)$$

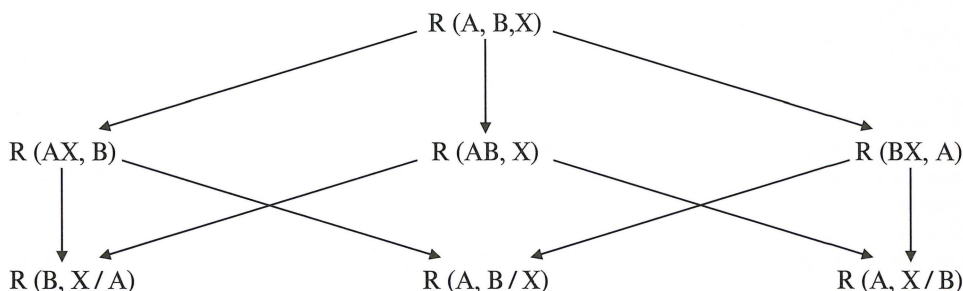
Man benötigt wieder die Resultate aus (4), (9) und (13).

v) $R(A, X/B)$ stellt einen zweiten Typ von gemischten partiellen Maßen im Fall von drei beobachteten Merkmalen dar. Es ist eine Art von partiellen punktmultiserialen Korrelationskoeffizienten und mißt Beziehungen zwischen der qualitativen Größe A und der quantitativen Größe X und eliminiert den Einfluß der qualitativen Größe B . Dieses Maß ist wieder leicht schätzbar durch:

$$\hat{R}^2(A, X/B) = 1 - [SQ(AB)/SQ(B)] \quad (13),$$

wobei die benötigten Quadratsummen in (5) und (9) bereits definiert sind. $H: R(A, X/B) = 0$ kann wieder mit Hilfe eines F-Testes geprüft werden mit $ab - b$ und $n - ab$ Freiheitsgraden. Ein analoges Maß ist gegeben durch $R(B, X/A)$.

Zwischen den angeführten Maßen besteht eine strenge Hierarchie der folgenden Form



Wenn also das globale Maß als nichtsignifikant gefunden wurde, erübrigt sich die Prüfung aller weiteren Maße, ist das globale Maß dagegen signifikant, dann ist es auch mindestens ein in der Hierarchie niedrigeres usw. usf.

4. Fall: Wenn nur eine qualitative Größe A aber zwei metrische X und Y beobachtet wurden, so können auch dann unterschiedliche gedankliche Versuchsanlagen im Hintergrund stehen: verschiedene kovarianzanalytische, MANOVA und andere. In Analogie zum oben vorgestellten Fall mit zwei qualitativen und einem quantitativen beobachteten Merkmal erhält man auch hier fünf neue unterschiedliche Typen von gemischten Assoziationsmaßen, welche wieder aus den Definitionen in Abschnitt 2 resultieren:

$$i) R^2(A, X, Y) = 1 - (1 - R^2(A, X)) \times (1 - R^2(A, Y)) \times (1 - R^2(X, Y/A)) \quad (14),$$

ist ein anderer Typ von gemischten globalem Zusammenhangsmaß für die Beziehung zwischen A, X und Y.

Seine Schätzung erhält man über obige Gleichung (14) und Formeln (5) bzw. (18). Ein Test auf signifikante Abweichungen von Null kann mit Hilfe einer endlichen Summe bewichteter Beta-Statistiken ausgeführt werden (Formeln dazu in WORTHA 1988, 1989 a).

ii) $R(XY, A)$ ist ein dritter Typ von gemischten multiplen Maßen für die Relation zwischen dem zweidimensionalen metrischen Komplex XY mit der qualitativen Größe A. Seine Verbindung mit anderen elementaren Maßen ist gegeben in Gleichung (15):

$$R^2(XY, A) = \frac{1 - (1 - R^2(A, X)) (1 - R^2(A, Y)) (1 - R^2(X, Y/A))}{1 - R^2(X, Y)}, \quad (15)$$

wobei $R(X, Y)$ der gewöhnliche Korrelationskoeffizient ist; $R(A, X)$ und $R(A, Y)$ sind gegeben in 3.1., $R(X, Y/A)$ wird vorgestellt in (18). Die Hypothese $H: R(XY, A) = 0$ kann wiederum mit Hilfe einer endlichen bewichteten Summe von Beta-Statistiken geprüft werden.

$$iii) R^2(AX, Y) = 1 - (1 - R^2(A, Y)) (1 - R^2(X, Y/A)) \quad (16)$$

ist die vierte Art von gemischten multiplen Korrelationskoeffizienten. Es mißt die Abhängigkeit der metrischen Größe Y vom gemischten Komplex AX. Zum Schätzen benötigt man wieder (5) und (18). Der Signifikanztest führt über die bereits in (6), (10) und (13) angewandte Transformation zu einem F-Test mit a und $n - a - 1$ Freiheitsgraden. Vertauscht man X und Y erhält man ein analoges Maß.

$$iv) R^2(A, X/Y) = 1 - (1 - R^2(A, X)) (1 - R^2(X, Y/A)) / (1 - R^2(X, Y)) \quad (17)$$

ist ein weiteres gemischtes partielles Korrelationsmaß zwischen der qualitativen Größe A und der quantitativen Größe X unter Ausschaltung des Einflusses der metrischen Variable Y. Es kann wieder mit einem F-Test mit $a - 1$ und $n - a - 1$ Freiheitsgraden gegen Null geprüft werden (vgl. (16)). Durch Vertauschen von X und Y erhält man denselben Typ von Assoziationsmaß.

v) $R(X, Y/A)$ ist ein letzter Typ von gemischten partiellen Assoziationsmaßen bei drei beobachteten Größen. Es stellt eine Art von partiellen Korrelationskoeffizienten dar, aber bedingt durch eine diskrete Variable nicht durch eine stetige; es beschreibt also Beziehungen zwischen X und Y, indem es den Effekt von A eliminiert. Es kann geschätzt werden durch:

$$\hat{R}^2(X, Y/A) = \text{SPXY}^2(A) / (\text{SQX}(A) \times \text{SQY}(A)) \quad (18),$$

wobei $\text{SQX}(A)$ und $\text{SQY}(A)$ die ANOVA-Quadratsummen der x- bzw. y-Werte um die entsprechenden A-Mittel sind, und

$$\text{SPXY}(A) = \sum (x_{(ij)} - x_{(i.)}) \times (y_{(ij)} - y_{(i.)})$$

ist eine analoge Summe von Abweichungsprodukten wie beim gewöhnlichen Korrelationskoeffizienten, nur nicht um die Totalmittel $x_{(.)}$ und $y_{(.)}$, sondern um die entsprechenden A-Mittel $x_{(i.)}$ und $y_{(i.)}$. über die bereits mehrfach angewandte Transformation erhält man wieder eine F-Prüfgröße mit einem und $n - a - 1$ Freiheitsgraden zur Prüfung auf statistische Signifikanz gegen Null.

4. Einige Epidemiologische Beispiele:

Die Methode wurde bisher erfolgreich in einer Reihe von epidemiologischen Studien, aber auch in Kliniken angewendet. Es liegt ein Pascalprogramm vor. Die Resultate werden in der gleiche Weise dargestellt wie die Ergebnisausgabe am Rechner. Auf konkrete Parameterschätzwerte wird verzichtet. Die Beispiele sollen hier nicht in aller Ausführlichkeit diskutiert werden, sondern nur einen Überblick über die prinzipiellen Möglichkeiten der Methode vermitteln. Detaillierte Diskussionen findet man z. B. bei HÖRING et al. (1988), WORTHÄ (1989 c).

4.1. Ein Beispiel zur Situation (A, B, X)

Während einer epidemiologischen Studie wurden bei $n = 159$ Kindern die folgenden Merkmale beobachtet:

A ... Vorhandensein einer Struma (ja/nein)

B ... eine gewisse Umweltexposition (hier vereinfacht ja/nein)

X ... Konzentration des thyreotropen Hormons T4.

Die Stichprobe lieferte die folgenden (vorverdichteten) Resultate:

	B 1 (nicht expon.)	B 2 (expon.)
A 1 (keine Struma)	y 11 = 84.16 n 11 = 44	y 12 = 76.64 n 12 = 28
A 2 (Struma)	y 21 = 74.58 n 21 = 45	y 22 = 74.63 n 22 = 42

Die Tabelle enthält die Subklassen Mittel y_{ij} und die (Realisationen der zufälligen) Besetzungszahlen n_{ij} . Die Summe der quadrierten Einzelwerte war $Q_y = 1023\,739.34$.

Das MIVA-Programm lieferte uns den folgenden Ergebnisausdruck:

ER G E B N I S S E

Lösungen mit dem Programm MIVA

T y p	Bestimmtheits- maß	Assoziations- maß	Informations- maß	p-Wert/ Signifikation
global A, B, Y	0.0495	0.2225	8.072	sign
paarweise A, B	0.0089	0.0943	1.421	ns
A, Y	0.027	0.1643	5.201	sign
B, Y	0.009	0.095	1.437	ns
multiple A, BY	0.0416	0.204	6.756	sign
B, AY	0.0247	0.1572	3.977	ns
Y, AB	0.041	0.2025	6.656	ns
partiell A, B/Y	0.0166	0.1288	2.662	ns
A, Y/B	0.033	0.182	5.336	ns
B, Y/A	0.016	0.1265	2.565	ns

Die ausführliche sachliche Interpretation hängt natürlich von den Zielen und Richtungen, sowie auch vom Stadium der konkreten Studie ab. Von Interesse könnten sein der Einfluß von A und/oder B auf Y, aber ebenso der von B und/oder Y auf A. Die Studie zeigte, daß wohl nur eine schwache Beziehung zwischen der Existenz von Struma und der T4-Konzentration zu bestehen scheint. Mögliche Störeinflüsse von B auf die Relation zwischen A und Y bzw. von Y auf die Assoziation zwischen A und B konnten nicht gezeigt werden. Die Studie ist ausführlich diskutiert bei HÖRING et al. (1988).

4.2. Ein Beispiel für die Situation (A, X, Y)

Im Verlauf derselben epidemiologischen Studie wurden drei verschiedene Arten von Trinkwasser festgestellt (Merkmal D) und bei den Probanden außerdem die thyreotropen Hormone T3 und T4 gemessen (Merkmale X und Y). Man erhielt folgende Resultate:

D 1	Arten von Trinkwasser		D 3
	D 2		
$\bar{x}^1 = 2.376$	$\bar{x}^2 = 2.549$	$\bar{x}^3 = 2.23$	
$\bar{y}^1 = 77.854$	$\bar{y}^2 = 77.751$	$\bar{y}^3 = 75.944$	
$n^1 = 96$	$n^2 = 45$	$n^3 = 18$	
QX1 = 562.16	QX2 = 320.41	QX3 = 93.8	
QY1 = 616032	QY2 = 299981.34	QY3 = 106725	
PXY1 = 18026.74	PXY2 = 8977.29	PXY3 = 3136.12	

Die Tabelle zeigt die Mittelwerte \bar{x}_i von T3 und \bar{y}_i von T4, für die einzelnen Arten von Trinkwasser D_i , sowie die ebenfalls beobachteten Besetzungszahlen n_i . Im unteren Teil der Tabelle sind einige Nebenprodukte zur Rechnung bzw. Datenkomprimierung angeführt: Die Summen der quadrierten x- und y-Werte QX_i bzw. QY_i , sowie die Summen der Produkte der x- und y-Werte PXY_i . Die Anwendung der vorgestellten Theorie lieferte folgende Resultate:

ERGEBNISSE

Lösung mit dem Programm MIVA

Typ	Bestimmtheitsmaß	Assoziationsmaß	Informationsmaß	p-Wert/ Signifikation
global D, X, Y	0.0776	0.2786	12.8435	sign
paarweise D, X	0.029	0.1703	4.6792	ns
D, Y	0.001	0.0316	0.1591	ns
X, Y	0.049	0.2214	7.9884	ns
multiple D, XY	0.03	0.1732	4.843	ns
X, DY	0.0766	0.2768	12.6712	sign
Y, DX	0.0511	0.2261	8.1556	sign
partiell D, X/Y	0.029	0.1703	4.6794	ns
D, Y/X	0.001	0.0316	1.5911	ns
X, Y/D	0.049	0.2213	7.9882	sign

Man kann eine schwache, aber signifikante Beziehung zwischen T 3 und T 4 nachweisen. Die spezielle Art von Trinkwasser scheint weder T 3 noch T 4, noch die Beziehung zwischen beiden zu beeinflussen. Ausführlichere Diskussion findet man wieder bei HÖRNING et al. (1988).

5. Diskussion

Es wird eine neue Methode zur Analyse von Assoziationsstrukturen zwischen sowohl qualitativen als auch quantitativen Merkmalen vorgestellt. Die Methode MIVA resultiert aus Untersuchungen zu varianzanalytischen Versuchsanlagen mit zufälligen Besetzungszahlen, einer der wesentlichsten Ursachen für Unbalanciertheit in medizinischen Studien. MIVA liefert eine Menge von nützlichen und gut interpretierbaren gemischten Zusammenhangsmaßen und ist in der Lage, eine Vielzahl biometrischer Situationen zu behandeln. Es existieren auch schon Anwendungen auf komplexere Probleme als die hier vorgestellten, z. B. (A, B, C, X, Y) oder (A, B, X, Y) mit den Maßen $R(A, X, Y/B)$ oder $R(X, Y/ABC)$ usw. usw., welche stets konkreten Sachhypothesen entsprechen.

Alle Maße können „von unten nach oben“ systematisch sukzessive aufgebaut werden und es besteht eine strenge Hierarchie zwischen den Maßen eines Falles mit einer festen Dimension und fester Struktur: Die globalen Maße sind immer die größten, die paarweise bedingten Maße sind immer die kleinsten. Die vorgestellte Methode ist durchaus in der Lage, Problemlösungen mit verallgemeinerten linearen Modellen zu unterstützen (vgl. WORTHÄ 1989 b), Beziehungen zu anderen statistischen Methoden existieren, so z. B. zur Diskriminanzanalyse, zur Clusteranalyse oder zur kanonischen Korrelation, obwohl es stets eine Reihe echter Unterschiede gibt. MIVA soll einige leere Stellen im Feld zwischen Varianzanalyse, Kontingenztafelanalyse, Kovarianzanalyse und Korrelationsanalyse ausfüllen helfen.

6. Literatur:

- ADAM, J. and H.-P. WORTHÄ, 1985: Nichtorthogonale Varianzanalyse in Klinik und Epidemiologie in: Jesdinsky, H. and H. Trampisch (eds.): Prognose und Entscheidungsfindung in der Medizin. Springer, Berlin.
- ENKE, H., HAERTING, J. and H.-P. WORTHÄ (eds.), 1989: Explorative und konfirmatorische Datenanalyse in der Medizin. KTB MLU Halle.
- FISHER, R. A., 1924: Statistic Methods for Research Workers. Oliver & Boyd Edinburg.
- GOKHALE, D. V. and S. KULLBACK, 1987: The Information in Contingency Tables. Marcel Dekker, New York.
- HÖRING, H. et al., 1988: Nitrate and endemic Goitre – an epidemiological study. Proc. Intern. Conf. on Population Mathematics Schwerin, GDR, 1987, in: Probleme der angewandten Statistik, Heft 26, AdL Verlag, Rostock.
- LAURITZEN, S. L. and N. WERMUTH, 1984: Mixed Interaction Models. Aalborg Universitetscenter.
- LINDFOOT, E. H., 1957: Information Measure of Correlation. Information and Control 1.
- NELDER, J. A. and R. W. M. WEDDERBURN, 1972: Generalized Linera Models. J. Roy. Statist. Soc. A 135.
- OLKIN, I. and R. F. TATE, 1961: Multivariate Correlation Models with Mixed Discrete and Continuous Variables. Ann. Math. Statist. 32.
- WORTHÄ, H.-P., 1986: Über Zusammenhänge zwischen diskreten und stetigen Zufallsvariablen. KTB MLU Halle (M39).
- WORTHÄ, H.-P., 1988: Varianz- und kovarianzanalytische Anlagen mit zufälligen Besetzungszahlen in der medizinischen Forschung – Ein Konzept zur Zusammenhangsanalyse von qualitativen und quantitativen Merkmalen. Doktorarbeit (Habil.), MLU Halle.

- WORTHÄ, H.-P., 1989 a: Über varianz- und kovarianzanalytische Versuchsanlagen mit zufälligen Besetzungszahlen. Probleme der angewandten Statistik, Heft 27, AdL Verlag, Rostock.
- WORTHÄ, H.-P., 1989 b: MIVA (mixed varates analysis) – Some usable alternative and completing model to generalized linear models. Proc. GLIM-89, Springer Amsterdam.
- WORTHÄ, H.-P., 1989 c: A New Statistical Method for Mixed Variates Analysis in Epidemiological Research. Biom. J. 31 (8).

Anschrift des Verfassers: Dr. H.-P. Worthä, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Biostatistik und Medizinische Informatik, Krausenstraße 14, Halle, 4020 DDR

Bekanntmachung über Daten zum Gesundheitszustand der deutschen Wohnbevölkerung.

Nachstehend veröffentlichen wir die Bekanntmachung des Bundesministers für Forschung und Technologie im Bundesanzeiger Jahrgang 42, Nr. 32, S. 791.

Hierin wird der im Rahmen der Deutschen Herz-Kreislauf-Präventionsstudie (DHP) durchgeführte Nationale Gesundheitssurvey vorgestellt, mit dem für die Bundesrepublik Deutschland erstmals repräsentative Daten zum Gesundheitsstatus und zu gesundheitsbezogenen Verhaltensweisen der deutschen Wohnbevölkerung zur Verfügung stehen.

Die Daten der Ersterhebung aus den Jahren 1984 – 1986 sind der wissenschaftlichen Öffentlichkeit mittlerweile als sog. Public Use File zugänglich. Die beigefügte Bekanntmachung enthält die hierzu getroffenen Regelungen.

Bekanntmachung über Daten zum Gesundheitszustand der deutschen Wohnbevölkerung

Angesichts der vorrangigen gesundheitspolitischen Bedeutung der Prävention hat der Bundesminister für Forschung und Technologie seit 1979 Forschungsvorhaben initiiert, die Grundlagen zur Anwendung vorbeugender Maßnahmen zum Schutze vor Herz-Kreislauf-Krankheiten schaffen sollen.

Ein bedeutsames Projekt im Rahmen des Regierungsprogramms „Forschung und Entwicklung im Dienste der Gesundheit“ ist die Deutsche Herz-Kreislauf-Präventionsstudie (DHP). Die DHP ist eine gemeindeorientierte, multizentrische Interventionsstudie mit dem Ziel der Reduktion der kardiovaskulären Risikofaktoren und der Herz-Kreislauf-Mortalität (ICD 9, 410 – 414 und 430 – 438) über einen Zeitraum von acht Jahren.

Um dieses Ziel zu erreichen, werden in den sogenannten Interventionsprogrammen der DHP – in Bremen-Nord und Bremen-West, in Berlin-Spandau, in Stuttgart-West und Stuttgart-Vaihingen, im Landkreis Traunstein und in Karlsruhe, Bruchsal und Mosbach – Präventionsprogramme zum Abbau und zur Eindämmung der Risikofaktoren Rauchen, Hypertonie, Hypercholesterinämie, Übergewicht und Bewegungsmangel in der unselektierten Bevölkerung durchgeführt.

Die Evaluation dieser Programme im Hinblick auf eine Risikofaktorenreduktion in der deutschen Wohnbevölkerung im Alter von 25 – 69 Jahren erfolgt unter anderem mit Hilfe von Gesundheits-Surveys, die sowohl in den oben genannten Interventionsregionen als auch in der Bundesrepublik als Referenz durchgeführt wurden und noch werden. Die Daten der vom Bundesgesundheitsamt (Institut für Sozialmedizin und Epidemiologie) und Infratest Gesundheitsforschung durchgeführten Basiserhebung des Nationalen Untersuchungs-Surveys aus den Jahren 1984 – 1986 stehen nun als Public Use File für die wissenschaftliche Öffentlichkeit zur Verfügung.

Im Nationalen Untersuchungs-Survey t_0 wurden ca. 5000 Probanden (Netto-Fallzahl) einer ausführlichen Befragung und medizinischen Untersuchung unterzogen. In 200 Sample Points, die aus allen Gemeinden und Bundesländern der Bundesrepublik als repräsentative Stichprobe ausgewählt wurden, sind 7200 Adressen der deutschen Wohnbevölkerung im Alter von 25 – 69 Jahren aus den Karteien der Einwohnermeldeämter gezogen worden. Von den angeschriebenen 7200 Personen nahmen nahezu 5000 Probanden an der Untersuchung teil, was einer Ausschöpfungsrate von fast 70 % entspricht.

Der Nationale Untersuchungs-Survey umfaßt folgende Meßvariablen: Körpergröße und -gewicht, Blutdruck (systolisch und diastolisch), Gesamtcholesterin, HDL-Cholesterin und Thiocyanat. Der in den Surveys eingesetzte Fragebogen beinhaltet soziodemographische Variablen, Angaben zum Ernährungsverhalten, zum Rauchen, zur körperlichen Aktivität, zu Tätigkeiten am Arbeitsplatz, zu Freizeitaktivitäten, die BORTNER-Skala, die OECD-Symptom-Liste, den ROSE-Fragebogen, Angaben zu Krankheiten und Arzneimitteln sowie zur Inanspruchnahme von Einrichtungen des Gesundheitssystems.

Mit diesen Daten ist es zum erstenmal in der Bundesrepublik möglich, repräsentative Aussagen über Häufigkeiten (Prävalenzen) von bestimmten Krankheitszeichen, Beschwerden, kardiovaskulären Risikofaktoren und gesundheitsfördernden Verhaltensweisen zu machen.

Der Public Use File wird wissenschaftlichen Instituten auf schriftlichen Antrag hin unter Angabe des Auswertungszweckes vom Institut für Sozialmedizin und Epidemiologie des Bundesgesundheitsamtes (General-Pape-Straße 62 – 66, 1000 Berlin 42) gegen Kostenerstattung zur Verfügung gestellt. Er beinhaltet eine Studienbeschreibung, das Codebuch, die Erhebungsunterlagen (Fragebogen und medizinisches Meßblatt) sowie das maschinenlesbare Datenmaterial in Form eines EDV-Bandes oder als Diskette. Der Rohdatensatz wird nur vollständig abgegeben. Über die schriftlich beantragte Abgabe des Datensatzes entscheidet ein Review-Committee, das sich aus Vertretern des Gesamtvorstandes der DHP sowie aus Mitgliedern des Beirates der DHP zusammensetzt.

Bonn, den 7. Februar 1990
323-7234-16-3/90

Der Bundesminister für Forschung und Technologie
Im Auftrag

Hocks

BUCHBESPRECHUNGEN/BOOKREVIEWS

KOCH, W., WOLF, G. K.

Klinische Forschung:

Hinweise und Checkliste für die Planung von therapeutischen Studien

Springer, Berlin 1989

ISBN 3-540-50936-4. 635 S. DM 19,-.

Inhalt:

- 1 Titel des Prüfplans
- 2 Einleitung und Zielsetzung
- 3 Fragestellung
- 4 Patienten
- 5 Prüfdesign
- 6 Prüfpräparate
- 7 Prüfungsablauf
- 8 Meßgrößen und Meßmethoden
- 9 Besondere Beobachtungen und Maßnahmen
- 10 Auswertungsplan und Anzahlschätzung
- 11 Organisation

Leserkreis: Biometriker, Therapieforscher

Art der Darstellung: Knappe stichwortartige Hinweise für die Planung von therapeutischen Studien.
Bemerkungen: Das Buch beschreibt in knapper aber übersichtlicher Form alle wesentlichen Punkte, die bei der Planung einer therapeutischen Studie zu berücksichtigen sind. Die dabei angesprochenen Punkte entsprechen den augenblicklichen nationalen und internationalen Standards.

Das Literaturverzeichnis ist etwas knapp geraten. Kapitelspezifische Literaturhinweise (z. B. Fallzahl-schätzung) würden für den unerfahrenen Benutzer sicher von größerem Nutzen sein. Dennoch stellt dieses Buch eine empfehlenswerte Zusammenstellung aller wichtigen Elemente für die Planung einer therapeutischen Studie dar.

W. Köpcke, München

HÜBLER, O.

Ökonometrie

UTB, 1989.

ISBN 3-437-40215-3, XII, 342 S., 15 Abb., kt. DM 39,80.

Schon beim ersten flüchtigen Durchblättern gelingt es dem Buch, daß man sich von Seite zu Seite näher mit ihm anfreundet und dazu angeregt wird, es sich in einem zweiten Durchlauf näher anzusehen. Vom Leser werden nur solche Kenntnisse in Statistik und linearer Algebra vorausgesetzt, wie sie üblicherweise in der Grundausbildung für Wirtschaftswissenschaftler vermittelt werden. Innerhalb dieses gesteckten Rahmens werden aber alle Ausführungen mit größtmöglicher mathematischer Sorgfalt durchgeführt. Eingestreute Beispiele erleichtern den intuitiven Zugang. Das Lehrbuch ist in vier Hauptkapitel gegliedert.

Der Teil A Grundlagen, beginnt nach einer Einleitung mit einer Diskussion der Datentypen und der ökonometrischen Modellbildung. Die anschließende Bereitstellung statistischer Grundlagen schließt mit einer Vorstellung des Likelihood-Ratio-, Wald- und Lagrange-Multiplier-Tests.

Teil B behandelt ausführlich das lineare Modell mit allen in der Ökonometrie üblichen Sonderproblemen und Grundlagen nichtlinearer Modelle. Im linearen Modell werden Partitionen der Einflußgrößen sowie das Vorgehen bei exakten linearen Restriktionen untersucht; Stein- und Ridge-Schätzer werden vorgestellt. Ausführlich diskutiert wird das Problem der Multikollinearität mit möglichen Indikatoren und deren kritischen Werten sowie Vorschläge zu praktischen Lösungen. Nach Untersuchung der Wirkung von Fehlspezifikationen findet man als Vorschläge zur Variablenselektion Mallow's C_p , Identifikationskriterien und Tests.

Der Teil über Nichtlineare Modelle beginnt mit dem Hinweis auf eventuell mögliche linearisierende Transformationen und Tests auf Linearität. Die Parameterschätzung in nichtlinearen Modellen, numerische Lösungsverfahren sowie Konfidenzbereiche und Tests beschließen das zweite Kapitel. Im Kapitel C, Modifikation der Basisannahmen, findet man Ausführungen über das verallgemeinerte lineare Modell, über Distributed-Lag-Modelle und über Modelle mit Fehlern in den Variablen. Im verallgemeinerten linearen Modell wird ausführlich behandelt der Aspekt der Heteroskedastie und der Autokorrelation. Ein Großteil der in der neueren Literatur vorgeschlagenen Test- und Schätzverfahren sind hier zu finden.

Das Kapitel D behandelt Ökonometrische Mehrgleichungsmodelle. Zunächst werden die Strukturformen und die reduzierte Form sowie als Spezialfälle rekursive Systeme betrachtet. Auf die Behandlung des Identifikationsproblems folgt die Vorstellung der Eingleichungs-Schätzverfahren (einschl. der von Wold 1980 eingeführten Fixpunkt-Schätzung) und der simultanen Schätzverfahren. Die Gütebeurteilung im simultanen Modell und der Vergleich der Schätzmethoden schließen das Buch ab.

Dem Verfasser ist zu einem äußerst gelungenen Lehrbuch zu gratulieren. Es ist erstaunlich, wieviel Information er auf den ca. 340 Seiten untergebracht hat, ohne daß der Text dadurch überladen oder schwer lesbar wird. Das Buch ist für Studenten ebenso geeignet wie für Praktiker und Hochschullehrer, die einen Kurs in Ökonometrie durchführen. Dem letzteren fehlen zur Abrundung nur noch einige Ausführungen zu den in jüngster Zeit in der Ökonometrie sehr in Mode gekommenen Modellen mit qualitativen Daten, die in dem vorliegenden Lehrbuch möglicherweise einer Seitenrestriktion zum Opfer gefallen sind.

S. Heiler, Konstanz

HAMERLE, A., TUTZ, G.

Diskrete Modelle zur Analyse von Verweildaten und Lebenszeiten,

Campus Verlag, Frankfurt, 1989.

ISBN 3-593-34946-3. 126 S. DM 34,-

Im vorliegenden Buch werden die Möglichkeiten der Darstellung von zeitdiskreten Modellen zur Analyse von Verweildauern und Lebenszeiten in gelungener Art und Weise beschrieben. Diese Modelle können vor allem dann eingesetzt werden, wenn die Verweildauern nicht exakt bestimmt werden können, falls z. B. nur Zeitintervalle angegeben sind. Die dargestellten Methoden sind nicht nur für den Biometriker von Bedeutung. Die Verfahren können auch in den Wirtschaftswissenschaften, in der Ökologie sowie in der Zuverlässigkeitstheorie eingesetzt werden. Den größten Teil des Buches nimmt die Darstellung von Modellen ein, bei denen die Zeitdauer von einem Anfangszustand bis zum Erreichen eines bestimmten absorbierenden Endzustands untersucht wird. Man spricht dann von einem Ein-Episoden-Modell. Darüber hinaus werden auch Competing-Risks-Modelle, d. h. es existieren mehrere absorbierende Zielzustände, und Mehr-Episoden-Modelle, d. h. es sind mehrfache Übergänge möglich, behandelt.

Im ersten Abschnitt werden einige grundlegende Begriffe der Analyse von Verweildauern zusammengestellt. Anschließend wird die Methode der Sterbetafel beschrieben. Im dritten Paragraphen wird der Ein-Episoden-Fall behandelt. Die Situation zeitabhängiger Kovariablen wird im vierten Abschnitt untersucht, im fünften Exponentialmodell mit stetiger Verweildauer. Paragraph 6 bzw. 7 befassen sich mit Competing-Risks-Modellen bzw. mit dem Mehr-Episoden-Fall. Im abschließenden Abschnitt werden Probleme erörtert, die bei der expliziten Modellierung unbeobachteter Populationsheterogenität, die nicht durch Kovariable erfaßt wird, auftreten.

Diese Monographie vermittelt, obwohl sie recht knapp abgefaßt ist, viele interessante Aspekte der Analyse von Verweildauern. Die anhand empirischer Datensätze gerechneten Beispiele bilden eine nützliche Ergänzung der statistischen Grundlagen.

R. Lasser, Neuherberg

AITKIN, M., ANDERSON, D., FRANCIS, B., und HINDE, J.:

Statistical Modelling in GLIM

Clarendon Press, Oxford: 1989.

xi, 374 S., ISBN 0-19-852203-7 (Paperback), ca. DM 70.- (Reprint 1990)

Inhalt: Als Band 4 der *Oxford Statistical Sciences Series* entstand das Buch aus Kurs-Skripten mit dem Ziel, sowohl die Grundlagen der statistischen Modellierung inklusive der nötigen Theorie darzustellen, als auch die Anwendung dieser Prinzipien an Beispielen praktisch durchzuführen. Dabei liegt die Betonung auf der praktischen Arbeit mit dem Statistik-Paket GLIM 3.77 (Generalized Linear Interactive Modelling).

Im Gegensatz zum mehr theoretisch orientierten Standardwerk von McCullagh & Nelder (Generalized Linear Models, 1983) betonen Aitkin *et al* stärker Aspekte der Likelihood-Funktion und diskutieren viele Beispiele. Diese werden sehr detailliert unter Angabe der entsprechenden GLIM-Direktiven ausgearbeitet, auch die Daten und nötigen GLIM-Macros sind abgedruckt (und auf IBM/PC-Floppy für weitere 8 Pfund erhältlich). Da alle GLIM-Direktiven, System-Skalare und Vektoren erklärt werden, kann also durchaus auch ohne GLIM-Manual mit diesem Buch gearbeitet werden.

Der Aufbau des Buches ist kursorientiert und recht klar: Nach einer Einführung in GLIM werden Grundlagen der Modellierung, Maximum-Likelihood-Schätzung und Likelihood-Ratio-Tests erklärt. In weiteren Kapiteln folgen Theorie und Beispiele für Modelle unter der Normalverteilung, für binomial, multinomial und Poisson-verteilte Daten, sowie eine ausführliche Behandlung von Life Tables unter verschiedensten Verteilungen, bis hin zu gruppierten Überlebenszeiten.

Alle Beispiele sind komplett bis zur Ansteuerung von GLIM durchgearbeitet. Der aufmerksame Leser wird beeindruckt sein, wie die Autoren GLIM für ihre Zwecke „zurechtbiegen“, und das Buch als Fundgrube von GLIM-Tricks wiederverwenden.

Es fällt angenehm auf, daß Methoden der Modell-Validierung breiten Raum einnehmen. Diese reichen von der sinnvollen Modell-Auswahl bis zur Analyse von Ausreißern und einflußreichen Beobachtungen und werden immer wieder demonstriert.

Allerdings ist der Stil recht doktrinär und von persönlichen Vorlieben der Autoren nicht unbeeinflusst: statt der Quasi-Likelihood wird die Profil-Likelihood propagiert und neben Aitkins simultaner Testprozedur kein anderes Verfahren zitiert. Leider auch – wie in den meisten GLIM-Büchern – fehlt eine Übersetzung der GLIM-Notation, speziell der Parametrisierung, in die übliche Nomenklatur. Einige wenige Druckfehler sind offensichtlich, merkwürdigerweise tauchen manche in den Macro-Listings auf.

Leserkreis: Das Buch eignet sich zur Vorbereitung von Spezialvorlesungen für höhere statistische Semester. Als Kursbuch liefert es genügend (oft sozialwissenschaftliche) Beispiele für die unabdingbaren praktischen Übungen. Auch im Selbststudium kann es sicher mit Gewinn verwendet werden, wobei aber statistische Grundkenntnisse, der Zugang zu einem Rechner mit dem GLIM-Paket, sowie Ausdauer empfohlen werden.

P. Dirschedl, München

Berichtigung:

zu Thöni, H., Fehlstellen in orthogonal geplanten Versuchen (4/89)

In Tabelle 1 muß für BIBD die Ersatzwertformel lauten

$$t(s-1)(\lambda t-s)x_{ij} = \lambda t^2 B^*_{*j} + stQ^*_{*i} - tQ^*_{*j}$$

Die Berechnungen zum Beispiel 3.1. sind mit dem korrekten Ansatz durchgeführt.

TABLE OF CONTENTS

Kernel function smoothing of insulin absorption kinetics P. Hougaard, A. Plum, and U. Ribøl	1041
Effects of cluster sampling on epidemiologic analysis in population-based case-control studies B. I. Graubard, T. R. Fears, and M. H. Gail	1053
Semiparametric Marshal-Olkin models applied to the occurrence of metastases at multiple sites after breast cancer J. P. Klein, N. Keiding, and C. Kamby	1073
A model with fist-year variation for ring-recovery data B. J. T. Morgan and S. N. Freemann	1087
Designs for synthetic case-control studies in open cohorts J. M. Robins, R. L. Prentice, and D. Blevins	1103
An increasing failure rate approach to low-dose extrapolation M. J. Schell and F. W. Leysieffer	1117
The probability of causation under a stochastic model for individual risk J. Robins and S. Greenland	1125
Testing whether an identified treatment is best E. M. Laska and M. J. Meisner	1139
One degree of freedom for nonadditivity: Applications with generalized linear models and link functions A. N. Pettitt	1153
Nonparametric confidence and tolerance regions in canonical variate analysis W. J. Krzanowski and D. Radly	1163
A multiple comparisons procedure for use in conjunction with the Benard-van Elteren test P. K. Norwood, A. R. Sampson, K. McCarroll, and R. Staum	1175
Modelling the covariance structure of repeated measurements D. N. Geary	1183
The predictive value of simple rules for combining two diagnostic tests R. J. Marshall	1213
Interval estimation of the size of a small population from a mark-recapture experiment J. F. McDonald and D. Palanacki	1223
Confidence intervals for nearly unbiased estimators in single-mark and single-recapture experiments A. L. Jensen	1233
Estimation of delay times in stochastic compartment models M. G. Leitnaker	1239
Shorter Communications	
The subject-by-formulation interaction as a criterion of interchangeability of drugs G. Ekbohm and H. Melander	1249
Testing for random dropouts in repeated measurement data P. J. Diggle	1255
A note on approximating the cumulative distribution function of the time to tumor onset in multistage models A. Kopp and C. J. Portier	1259
Best subsets logistic regression D. W. Hosmer, B. Jovanovic, and S. Lemeshow	1265
The Consultant's Forum	
Goodness of fit in Armitage-Doll models J. B. Kampert and A. Silvers	1271
A robust two stage multiple comparison procedure with application to a random drug screen J. W. McKean, T. J. Vidmar, and G. L. Sievers	1281
Reader Reactions: Models for quantal response experiments over time A. J. Petkau and R. R. Sitter	1299
Response E. M. Carter and J. J. Hubert	1307
Reader Reaction: Confounding in epidemiologic studies S. Greenland	1309
. P. W. Holland	1310
. N. Mantel	1317
Response P. J. Wickramaratne and T. R. Holford	1319
Correspondence	1323
Obituary: Charles Roy Henderson S. R. Searle	1333
Book Reviews	1337
Corrections	1347
Acknowledgements	1349
The Biometric Society	1351

TABLE OF CONTENTS

Presidential Address: Biostatistical collaboration in medical research	J.H. Ellenberg	1
Discussion	P. Armitage	19
.	T. C. Chalmers	20
.	E. A. Gehan	22
.	J. R. O'Fallon	24
.	S. J. Pocock	26
.	M. Zelen	28
Rejoinder		29
Continual reassessment method: A practical design for Phase I clinical trials in cancer	J. O'Quigley, M. Pepe, and L. Fisher	33
A note on case-control sampling to estimate kappa coefficients	H.C. Kraemer and D.A. Bloch	49
Small-sample properties of odds ratio estimators under multiple matching in		
case-control studies	A. Ejigou	61
Confidence limits for the common odds ratio based on the asymptotic distribution		
of the Mantel-Haenszel estimator	T. Sato	71
Study duration of clinical trials with survival response and early stopping rule		
.	K. Kim and A. A. Tsiatis	81
Some diagnostic methods for Cox regression models through hazard smoothing . .	R.J. Gray	93
Sequential designs in bioassay	D. L. McLeish and D. Tosh	103
Choice of number of doses for maximum likelihood estimation of the ED ₅₀ for		
quantal dose-response data	H.-G. Müller and T. Schmitt	117
A model for the analysis of growth data from designed experiments		
.	B. R. Cullis and C. A. McGilchrist	131
Protecting against nonrandomly missing data in longitudinal studies	C. H. Brown	143
Capture-recapture estimation in the presence of a known sex ratio	K. M. Wolter	157
A two-phase sampling plan for the estimation of the size of a moose population		
.	L.-P. Rivest, H. Crépeau, and M. Crête	163
Shorter Communications		
Accounting for mutation effects in the additive genetic variance-covariance matrix		
and its inverse	N. R. Wray	177
On the lower bound of confidence coefficients for a confidence interval on		
variance components	C. M. Wang	187
On a simple test for neglected heterogeneity in panel studies	A. Hamerle	193
On the fitting of generalized linear models with nonnegativity parameter constraints		
.	J. W. McDonald and I. D. Diamond	201
Structuring interaction in two-way tables by clustering	L.C.A. Corsten and J.B. Denis	207
Continued fraction representation for expected cell counts of a 2 x 2 table:		
A rapid and exact method for conditional maximum likelihood estimation		
.	G.A. Satten and L.L. Kuper	217
On hierarchical Bayes procedures for predicting simple exponential survival . . .	S. Geisser	225
Analysis of a multiple-recapture census by computing conditional probabilities		
.	P. H. Garthwaite and S. T. Buckland	231
Size bias in line transect sampling: A field test	M. C. Otto and K. H. Pollock	239
The Consultant's Forum		
Comparison of quantile estimators in normal sampling	R. S. Parrish	247
Modifying the t and ANOVA F test when treatment is expected to increase		
variability relative to controls	C. Brownie, D. D. Boos, and J. Hughes-Oliver	259
Correspondence		267
Obituary: Sewall Wright		277
Book Reviews		281

TABLE OF CONTENTS

Maximum likelihood estimation of agreement in the constant predictive probability model, and its relation to Cohen's κ	M. Aickin	293
A consensus combined P -value test and the family-wide significance of component tests	W. R. Rice	303
One-sided significance tests for generalized linear models under dichotomous response	W. W. Piegorsch	309
A random effects model for binary data	M. R. Conaway	317
Planning and monitoring of equivalence studies	S. Durrleman and R. Simon	329
Is multiple sclerosis and infectious disease? Inference about an input process based on the output	L. Joseph, C. Wolfson, and D. B. Wolfson	337
Asymptotic distribution of an index for disease clustering	T. Tango	351
Detection of associations between diseases in animal carcinogenicity experiments	T. J. Mitchell and B. W. Turnbull	359
Piecewise comparison of survival functions in stratified proportional hazards models	D. Kronborg and P. Aaby	375
Optimality assessment in the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA)	K. F. Karpinski	381
Comparison of recent estimators of interclass correlation from familial data	M. Eliasziw and A. Donner	391
Pedigree analysis for quantitative traits: Variance components without matrix inversion	E. A. Thompson and R. G. Shaw	399
Testing the Hardy-Weinberg equilibrium in the HLA system	S. Eguchi and M. Matsuura	415
Regression modelling of HLA haplotype sharing in affected siblings	G. A. Darlington and V. T. Farewell	427
Ranked set sampling with size-biased probability of selection	H. A. Muttalak and L. L. McDonald	435
A test of spatial randomness on small scales, combining information from mapped locations within several quadrats	M. W. Shaw	447
Confidence intervals for densities in line transect sampling	P. X. Quang	459
Mark-recapture estimates with emigration and re-immigration	H. Whitehead	473
Shorter Communications		
On test that are uniformly more powerful than the Wilcoxon-Mann-Whitney test	B. Streitberg and J. Roehmel	481
Interval estimation of the LD ₅₀ based on an up-and-down experiment	S. C. Choi	485
Reducing mean squared error in the analysis of pair-matched case-control studies	L. A. Kalish	493
The Consultant's Forum		
Maximum likelihood estimation of the parameters of the prior distributions of three variables that strongly influence reproductive performance in cows	R. J. Q. McNally	501
A modified Bonferroni method for discrete data	R. E. Tarone	515
Reader Reaction: Some comments on Rosner's multiple logistic model for clustered data	J. M. Neuhaus and N. P. Jewell	523
Response	B. Rosner and T. D. Tosteson	531
Reader Reaction: Corrected loss calculation for Phase II trials	J. Hilden	535
Response	R. Sylvester	537
Book Reviews		539

ZUM THEMA PFLANZENSCHUTZ

Phytopharmakologie. Verhalten und Wirkungsweise von Pflanzenschutzmitteln. Von → **Prof. Dr. Franz Müller**, Stuttgart. 228 Seiten mit 96 Abb. und 7 Tab. Kst. → **DM 48,-**. Das vorliegende Werk über das Verhalten und die Wirkungsweise von Pflanzenschutzmitteln stellt eine neue Fachrichtung vor und gibt einen Überblick

über dieses Gebiet. Die Phytopharmakologie wird als → **Teilgebiet der Phytomedizin** dargestellt. Dabei werden die pflanzenphysiologischen und die chemischen Aspekte sowie die → **Erfordernisse des Pflanzenschutzes** miteinander verbunden. Die Kenntnis vom Verhalten und der Wirkungsweise der Pflanzenschutzmittel in der Pflanze – als Seitenblicke auch im Tier und am Boden – erlaubt Hinweise auf mögliche

→ **Schädigungen der Umwelt**, die gering zu halten bzw. auszuschließen sind. Nutzpflanzen, Nutzinsekten oder andere Nutztiere dürfen durch Pflanzenschutzmaßnahmen nicht beeinträchtigt werden. Das Buch spricht somit Naturwissenschaftler, Biologen, Chemiker und Landwirte ebenso an wie Ökologen und allgemein an Umweltfragen interessierte Personen.

Franz Müller

Phyto- pharmakologie

*Verhalten und
Wirkungsweise von
Pflanzenschutz-
mitteln*

Ulmer

Buch-Coupon an: Ihre Buch(Fach)handlung oder
Verlag Eugen Ulmer, Postfach 70 05 61, 7000 Stuttgart 70

30696 — **Phytopharmakologie** DM 48,-

Name, Vorname

Straße/Nr.

PLZ, Ort

Unterschrift, Datum

